

**Zoogeographische Untersuchungen  
und Gemeinschaftsanalysen  
an antarktischem Makroplankton**

**Zoogeographical Investigations  
and Community Analyses on Antarctic  
Macroplankton**

---

Piatkowski, U.



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung.....	5
Summary.....	7
1. <u>Einleitung</u> .....	9
1.1. Einführung in die Thematik.....	9
1.2. Fragestellung.....	10
2. <u>Material und Methoden</u> .....	12
2.1. Das Fanggerät.....	12
2.2. Verlauf der Standardhols.....	13
2.3. Stationsübersichten.....	13
2.3.1. Die "John Biscoe"-Expedition 1982.....	13
2.3.2. Die "Polarstern"-Expedition 1983.....	15
2.4. Bearbeitung und Sortieren der Fänge.....	15
2.4.1. Volumenbestimmung und Konservierung.....	15
2.4.2. Sortierarbeiten.....	15
2.5. Auswertung des Datenmaterials, Gemeinschaftsanalyse.....	18
3. <u>Hydrographie der Untersuchungsgebiete</u> .....	22
3.1. Die Gewässer um die Antarktische Halbinsel.....	22
3.2. Die Weddell See.....	24
4. <u>Ergebnisse</u> .....	30
4.1. Geographische Verbreitung und Abundanzen.....	30
4.1.1. Medusen.....	30
4.1.2. Siphonophoren.....	33
4.1.3. Gastropoden.....	37
4.1.4. Cephalopoden.....	42
4.1.5. Polychaeten.....	44

4.1.6.	Mysidaceen.....	47
4.1.7.	Amphipoden.....	48
4.1.8.	Euphausiaceen.....	63
4.1.9.	Dekapodenlarven.....	69
4.1.10.	Chaetognathen.....	72
4.1.11.	Salpen.....	77
4.1.12.	Fischlarven und Fische.....	78
4.2.	Fangvolumina.....	87
4.3.	Vertikalverteilung und -wanderung.....	89
4.4.	Gemeinschaftsanalyse.....	98
4.4.1.	Gruppierung der Stationen.....	98
4.4.1.1.	Antarktische Halbinsel.....	98
4.4.1.2.	Weddell See.....	101
4.4.2.	Diversitäten, Äquitäten und Dominanzen.....	103
4.4.2.1.	Antarktische Halbinsel.....	103
4.4.2.2.	Weddell See.....	106
4.4.3.	Gruppierung der Arten.....	110
4.4.3.1.	Antarktische Halbinsel.....	110
4.4.3.2.	Weddell See.....	111
4.4.4.	Zusammenfassung der Gemeinschaftsanalysen.....	113
5.	<u>Diskussion</u> .....	116
5.1.	Geographische Verbreitung und Abundanzen.....	116
5.2.	Biomasse.....	131
5.3.	Vertikalverteilung und -wanderung.....	133
5.4.	Gemeinschaftsanalyse.....	134
6.	<u>Danksagung</u> .....	139
7.	<u>Literaturverzeichnis</u> .....	140

Dies ist die gekürzte Fassung einer Dissertation für die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Kiel, Februar 1987.

## Zusammenfassung

Die Schwerpunkte der vorliegenden Arbeit sind eine ausführliche Darstellung der geographischen Verbreitung und Vertikalverteilung des sommerlichen Makroplanktons der Antarktis sowie eine Analyse seiner Artenzusammensetzung und Artenvielfalt.

Dabei wird für die Gewässer an der Antarktischen Halbinsel sowie der Weddell See anhand von Mehrfachschließnetzfangen mit dem RMT 8-Fangsystem (4500  $\mu\text{m}$ , maximale Netzöffnung 8  $\text{m}^2$ ) die Zoogeographie aller vorherrschenden Arten und Großtaxa beschrieben. Ausgewertet wurden dazu für den Bereich der Antarktischen Halbinsel insgesamt 183 RMT 8-Fänge, die auf 61 Stationen während der "John Biscoe"-Expedition 1982 eingebracht wurden. Von dem Material aus der Weddell See wurden insgesamt 95 RMT 8-Fänge bearbeitet, die auf 38 Stationen während der "Polarstern"-Expedition 1983 gesammelt wurden.

Auf beiden Expeditionen wurden drei Tiefenstufen des Oberflächenwassers befischt, so daß die Vertikalverteilung des Makroplanktons im Epipelagial analysiert werden konnte. An der Antarktischen Halbinsel wurden auch Nachthols durchgeführt. Ein Vergleich mit den Hols, die am Tage stattfanden, zeigte für viele Arten eine tagesperiodische Vertikalwanderung.

Da die hydrographischen Verhältnisse in den Untersuchungsgebieten einen wesentlichen Einfluß auf die Verbreitung und Gemeinschaftsstruktur des Makroplanktons hatten, wurden sie genauer erfaßt und in einem speziellen Kapitel vorgestellt.

Der Ergebnisteil gliedert sich in vier Unterabschnitte. Im ersten Teil wird ausführlich die geographische Verbreitung und Abundanz des Makroplanktons dargestellt. Insgesamt wurden ca. 90 verschiedene Taxa identifiziert. Für die häufigsten Arten wurden ausführliche Verbreitungskarten erstellt. Die Euphausiaceen Euphausia superba und Thysanoessa macrura, der hyperiide Amphipode Themisto gaudichaudii, Chaetognathen und die Salpe Salpa thompsoni dominieren zahlenmäßig im Makroplankton an der Antarktischen Halbinsel. In der Weddell See fehlt T. gaudichaudii. Die dominierende Euphausiaceen-Art ist dort Euphausia crystallorophias, die zwar nur auf dem Schelf, dort aber regelmäßig und in teilweise sehr hohen Anzahlen vorkommt. Die Chaetognathen Sagitta gazellae und Eukrohnia hamata kommen in der Weddell See auf allen Stationen vor. S. thompsoni tritt dort nur sporadisch auf. Eine besondere Rolle im Makroplankton der Weddell See spielen die Postlarven des notothenioiden Fisches Pleuragramma antarcticum und der Pteropode Limacina helicina, die auf dem Schelf in teilweise sehr hohen Abundanzen auftreten, die wesentlich höher sind als an der Antarktischen Halbinsel. In der Diskussion wird die geographische Verbreitung der Arten mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen und in Bezug zu Faktoren wie Wassertemperatur, Strömung, Eisbedeckung und Primärproduktion gesetzt.

Im zweiten Teil werden die Fangvolumina ( $\text{ml}/1000\text{m}^3$ ), die hier als Hinweis zur Verteilung der Biomasse dienen sollen, für alle Stationen dargestellt. An der Antarktischen Halbinsel sind die Biomasse-Werte signifikant höher als in der Weddell See. Sehr hohe Werte ( $> 100 \text{ ml}/1000\text{m}^3$ ) resultieren in beiden Gebieten zumeist aus hohen Euphausiaceen- oder Salpenkonzentrationen. In der Diskussion werden Biomasse-Daten aus der neueren Literatur zusammengestellt.

Der dritte Teil beschäftigt sich mit der Vertikalverteilung und -wanderung. Dabei wird deutlich, daß sich der überwiegende Teil der Arten im Oberflächenwasser unterhalb der Temperatursprungschicht aufhält, die jedoch keine Barriere für die Vertikalverteilung der Arten ist, da sie von vielen Arten während ihrer täglichen Vertikalwanderung überschritten wird (z.B. Euphausia frigida, Hyperietta dilatata). Besonders intensive Vertikalwanderungen im Tagesrhythmus machen bis auf T. macrura alle Euphausiaceen sowie S. thompsoni, indem sie sich nachts zur Nahrungsaufnahme in der oberen Wasserschicht konzentrieren. Für Chaetognathen und Siphonophoren läßt sich keine Vertikalwanderung nachweisen. In der Diskussion wird besonders auf die "patchiness" (Unregelmäßigkeit in der Verbreitung) und auf die "net avoidance" (Netzflucht) eingegangen, die die wirkliche Vertikalverteilung der Makroplankton-Arten sehr verzerren.

Der vierte Abschnitt des Ergebnisteils beschreibt anhand von Clusteranalysen Stations- und Artengemeinschaften, mit denen sich verschiedene Faunenregionen und Artenassoziationen charakterisieren lassen. Ferner werden Berechnungen zur Artenvielfalt in den Gemeinschaften durchgeführt. Die Verfahren zur Gemeinschaftsanalyse werden im Methoden-Teil beschrieben.

An der Antarktischen Halbinsel gelingt die Gruppierung von vier Stationsgemeinschaften und vier Artenassoziationen. In der Weddell See sind es drei Stationsgemeinschaften und ebenfalls vier Artenassoziationen. Die Artenassoziationen lassen sich als typisches Inventar der verschiedenen Stationsgemeinschaften auffassen und sind ihnen zuzuordnen, woraus dann die verschiedenen "communities" resultieren. Die Stationsgemeinschaften lassen sich geographisch gut trennen und sind deutlich durch verschiedene hydrographische Verhältnisse gekennzeichnet.

An der Antarktischen Halbinsel bestehen eine "ozeanische Gemeinschaft", deren Stationen in der Drake Passage und der südlichen Scotia Sea liegen und die von den Wassermassen der Westwinddrift beeinflusst werden, eine "Bellingshausen See Wasser-Gemeinschaft", die die Stationen zusammenfaßt, die unter dem Einfluß des Bellingshausen See Wassers stehen, eine "neritische Gemeinschaft", die die flachen Schelfstationen zusammenfaßt und eine "Übergangsgemeinschaft", deren Stationen hauptsächlich über den Schelfhängen liegen und die hydrographisch nicht einheitlich sind.

In der Weddell See werden drei Gemeinschaften analysiert: die "ozeanische Gemeinschaft", deren Stationen von der Ostwinddrift beeinflusst werden und die überwiegend in der zentralen Weddell See liegen, die "südliche Schelfgemeinschaft", deren Stationen auf den Schelfregionen liegen und vom kalten Schelfwasser beeinflusst sind und die "nordöstliche Schelfgemeinschaft", die die Stationen zusammenfaßt, an denen sich die Wasserkörper, die die "ozeanische Gemeinschaft" und die "südliche Schelfgemeinschaft" charakterisieren, mischen.

In allen Gemeinschaften werden typische Artengruppierungen angetroffen. Bei der Diskussion der Gemeinschaftsanalyse werden auch die Probleme, die bei einer möglichst naturgetreuen Aufnahme der Planktongemeinschaften bestehen, erörtert.

## Summary

The main objects of the present paper are a comprehensive presentation of geographical and vertical distribution of the summerly antarctic macroplankton as well as an analysis of its species composition and diversity.

The zoogeography of all prevailing species and main taxa is described for the waters off the Antarctic Peninsula and the Weddell Sea, which were sampled with the multiple RMT 8 system (mesh size 4.5 mm, maximum net opening 8 m<sup>2</sup>). For the region of the Antarctic Peninsula 183 RMT 8-samples were analyzed, which had been collected at 60 stations during the "John Biscoe"-Expedition in February 1982. Ninety-five samples which had been collected at 38 stations during the "Polarstern"-Expedition in February/March 1983, were worked up for the Weddell Sea.

On both expeditions three depth intervals of the surface water were sampled to elucidate the vertical distribution of the epipelagic macroplankton. At the Antarctic Peninsula also night hauls were conducted. The comparison with daytime hauls revealed a diurnal vertical migration for many of the species.

The hydrography of the investigated areas is presented in an additional chapter, since it essentially affected the distribution and community structure of the macroplankton.

The results are divided into four subsections. The first section presents the geographical distribution and abundance of the macroplankton. A total of ninety different taxa could be identified. A large number of maps shows the distribution of the more abundant species. The euphausiids Euphausia superba and Thysanoessa macrura, the hyperiid amphipod Themisto gaudichaudii, chaetognaths and the salp Salpa thompsoni are prevailing in the macroplankton off the Antarctic Peninsula in terms of abundance. Themisto gaudichaudii does not occur in the Weddell Sea, where Euphausia crystallorophias is the dominant euphausiid. Euphausia crystallorophias is only found on the shelf, but there in each haul and mostly in large numbers. In the Weddell Sea the chaetognaths Sagitta gazellae and Eukrohnia hamata are present on all stations, whereas Salpa thompsoni occurs only sporadically. In the southern shelf regions of the Weddell Sea the postlarvae of the notothenioid fish Pleuragramma antarcticum and the pteropod Limacina helicina are major components of the macroplankton. They appear often in very large numbers, which are significantly higher than at the Antarctic Peninsula. The discussion compares the distribution patterns with those found by other authors and points out the importance of variables like water temperature, currents, ice cover and primary production, which have significant effects on the plankton distribution.

The second part shows values of catch volumina (ml/1000 m<sup>3</sup>) for all stations, which are used to describe the distribution of macroplankton biomass in both regions. Biomass values at the Antarctic Peninsula are significantly higher than in the Weddell Sea. Very high values (> 100ml/1000m<sup>3</sup>) are resulting from exorbitant euphausiid and salp accumulations. The biomass values obtained are discussed and compared with those of the recent literature.

Part three describes the vertical distribution and migration patterns. Evidently most of the surface macroplankton species live below the thermocline, which is, however, no barrier for their vertical distribution, because many species penetrate it during their diurnal migration (e.g. *Euphausia frigida*, *Hyperiella dilatata*). With the exception of *Thysanoessa macrura* all euphausiids as well as *Salpa thompsoni* perform extensive diurnal migrations in order to aggregate in the upper surface layer to feed on phytoplankton. No vertical migration was detected for chaetognaths and siphonophores. The discussion examines factors like patchiness and net avoidance, which can considerably bias the actual vertical distribution of the species.

In the fourth chapter station and species communities are introduced by means of cluster analyses which characterize various faunal regions and species associations. Additionally, species diversity is calculated for the different communities. The procedures of the community analysis are explained in detail in a special section of the method chapter.

At the Antarctic Peninsula four station communities and four species associations are presented, in the Weddell Sea there are three station communities and again four species associations. The species associations are the typical inventory of the various station communities, hence characterizing them. The station communities are separated geographically and influenced by different hydrographic conditions.

At the Antarctic Peninsula the following communities exist: the "oceanic community" with stations in the Drake Passage and the southern Scotia Sea, which are characterized by water masses of the Westwind Drift, the "Bellingshausen Sea community" with stations influenced by the Bellingshausen Sea water, the "neritic community" including the shallow shelf stations, and the "transitional community" comprising those stations situated at the shelf slopes and the stations, which cannot be classified hydrographically.

In the Weddell Sea three communities have been distinguished: the "oceanic community", characterized by stations from the Eastwind Drift and stations from the central Weddell Sea, the "southern shelf community" combining stations of the shelf regions, influenced by the cold shelf water, and the "northeastern shelf community" which is formed by stations situated in the areas where the water masses of the other two communities are mixing. All communities are inhabited by characteristic species associations. The problems of biased data due to factors like avoidance and patchiness are stressed, which always interfere with the intention to tell the "real" story, which is supposed to be as close to nature as possible.



## 1. Einleitung

### 1.1. Einführung in die Thematik

Bereits im 19ten Jahrhundert bildeten für den deutschen Zoologen Ernst Haeckel zwei Grundsätze den Ausgangspunkt aller zoogeographischen und ökologischen Studien am Meeresplankton: "Die Zusammensetzung des Planktons aus verschiedenen Organismen ist sowohl in qualitativer als in quantitativer Beziehung sehr ungleichmäßig, und ebenso ist die Vertheilung desselben im Ocean nach Ort und Zeit sehr ungleich." (HAECKEL 1891). Dem setzte der Kieler Planktologe Viktor Hensen energisch entgegen, daß das ozeanische Plankton im offenen Meer eine sehr gleichmäßige Verteilung erfährt, "die nur innerhalb weiter Zonen entsprechend den klimatischen Verhältnissen nach Dichte und Bestandtheilen wechselt" (HENSEN 1890).

Diese sehr konträren Aussagen prägen bis heute die Problematik der zoogeographischen Planktonuntersuchungen. Die Ergebnisse vieler Expeditionen zeigen, daß weder Haeckels noch Hensens Leitgedanken eindeutig richtig sind. Haeckels Grundsätze finden mehr in den höheren Breiten der Ozeane ihre Bestätigung, denn dort sorgen ausgeprägte Jahreszeiten für eine jahreszeitliche Sukzession der Planktongemeinschaften und eine Veränderlichkeit ihrer Biomassen. Hensens Kernsätze hingegen bewahrheiteten sich mehr in den niederen Breiten, wo relativ stabile klimatische und hydrographische Bedingungen eine gleichmäßige Verteilung und Gemeinschaftsstruktur des Planktons das ganze Jahr über zulassen.

Das Südpolarmeer ließe im Haeckel'schen Sinne eine sehr veränderliche Verteilung des Planktons und seiner Gemeinschaftsstruktur im Verlauf eines Jahres erwarten, da weitreichende Eisbedeckung und geringe Sonneneinstrahlung während des Südwinters die Umweltbedingungen für das Plankton drastisch ändern.

Eine ausführliche Bestandsaufnahme des antarktischen Planktons ist aber nur in den Sommermonaten (~November bis März) möglich, wenn die Eisbedeckung zurückweicht, und das Südpolarmeer für Forschungsarbeiten zugänglich wird. Die Variabilität der Verteilung des antarktischen Planktons in verschiedenen Monaten läßt sich demnach nur für etwa eine Jahreshälfte untersuchen.

Eine mögliche räumliche bzw. geographische Variabilität läßt sich hingegen gut durch ein dichtes und weiträumiges Stationsnetz beim Sammeln des Planktons erfassen - wenn auch nur begrenzt auf die antarktische Sommersituation. Auch hierbei ist eine veränderliche Verteilung des Planktons im Haeckel'schen Sinne zu erwarten, denn im Südpolarmeer zeigen viele Zooplankton-Arten ein ausgeprägtes Schwarmverhalten, aus dem eine große Unregelmäßigkeit ("patchiness") in ihrer Verbreitung resultiert. Durch dieses Verhalten ist die räumliche Verteilung des Planktons und seiner Gemeinschaftsstrukturen und damit die Zoogeographie vieler Arten nur sehr schwer zu erfassen (HAURY et al. 1978).

Besonders hervorzuheben ist das Schwarmverhalten beim Antarktischen Krill, *Euphausia superba*, das durch neuere Untersuchungen von HAMNER et al. (1983) sehr deutlich dokumentiert wird, und wodurch erhebliche Probleme in der Bestandsabschätzung des Krills bestehen.

Wegen der Schlüsselstellung des Krills im antarktischen Ökosystem ist es verständlich, daß sich die meisten planktologischen Untersuchungen im Südpolarmeer auf diese Art konzentrieren. Das Werk von MARR (1962) ist dabei bis heute grundlegend.

Anhand des Materials der großen Südpolarexpeditionen wie z.B. der britischen "Discovery"-Expeditionen beschreiben einige Autoren (z.B. BARNARD 1932; JOHN 1936; DAVID 1958) ausführlich die Arten und die Verbreitung einzelner Makroplanktongruppen wie Amphipoden, Euphausiaceen oder Chaetognathen. Untersuchungen zur geographischen Variabilität des gesamten Makroplanktons werden aber nicht durchgeführt.

MACKINTOSH (1934), HARDY & GUNTHER (1936) und später BAKER (1954) gingen daran, die Verbreitungsmuster des gesamten Makroplanktons zu erfassen und setzten sie auch in Relation zu abiotischen Faktoren. Eine Analyse von planktischen Faunenprovinzen oder Artengemeinschaften der Antarktis, die die Basis für ein besseres Verständnis der pelagischen Lebensgemeinschaft bieten würde, wurde aber weder von diesen Autoren noch nach den jüngeren Expeditionen der 60er und 70er Jahre durchgeführt.

Während in anderen Teilen des Weltmeeres, wie etwa im Pazifischen Ozean aus zahlreichen Planktonfängen die Variabilität der räumlichen Verbreitung des Planktons sowie die verschiedenen Planktongemeinschaften aus weiträumigen Gebieten mit Hilfe multivariater Datenanalysen sehr genau beschrieben worden sind (z.B. FAGER & MCGOWAN 1963; HAURY 1976; MCGOWAN & WALKER 1979; STAR & MULLIN 1981), existieren derartige Untersuchungen am antarktischen Plankton fast gar nicht.

Erst in jüngster Zeit erschienen einige Arbeiten, die verschiedene Zooplanktongemeinschaften aus dem Südpolarmeer genauer untersuchen (HOPKINS 1985; MILLER 1985; BODEN & PARKER 1986). Diese Autoren begrenzen ihre Studien aber auf sehr kleinräumige Gebiete wie die Croker Passage an der Antarktischen Halbinsel (HOPKINS 1985) oder die subantarktischen Prinz Edward Inseln (BODEN & PARKER 1986). Eine weiträumigere Analyse liegt nur von RAKUSA-SUSZCZEWSKI (1983) vor, der anhand verschiedener Zooplanktonzusammensetzungen drei Planktongemeinschaften für ein Gebiet um die Antarktische Halbinsel definiert: "antarctic", "transitional" und "continental community." Leider beschreibt er nur charakteristische Leitformen und geht nicht auf die Artenzusammensetzungen der "communities" ein.

So ist bis heute nicht bekannt, ob verschiedene Makroplanktongemeinschaften im Südpolarmeer bestehen, wie sie zusammengesetzt sind und welche abiotischen Faktoren ihre Veränderlichkeit beeinflussen.

## 1.2. Fragestellung

Während der britisch-deutschen Antarktisexpedition mit RRS "John Biscoe" im Februar 1982 (HEMPEL & HEYWOOD 1982) sowie der ersten Antarktisexpedition des FS "Polarstern" im Februar/März 1983 (HEMPEL 1983) konnten in zwei verschiedenen Gebieten des Südpolarmeeres (Abb. 1.1) weiträumig Planktonsammlungen durchgeführt werden.

Um einer Lösung näherzukommen, ob die Verbreitung von Makroplanktonarten und die Zusammensetzung ihrer Gemeinschaften innerhalb und zwischen den untersuchten Gebieten im Sinne Haeckels stark variiert, oder, ob nach Hensen Verbreitungsmuster und Biomasse sehr einheitlich sind, bedurfte es einer genauen Analyse der Fänge. Daher lag es nahe, die Untersuchungsstrategie der multivariaten Datenanalyse auf die zahlreichen Planktonfänge der zwei erwähnten Expeditionen anzuwenden.

Neben einer ausführlichen Darstellung zur geographischen und vertikalen Verbreitung der gefangenen Makroplanktonarten versucht die vorliegende Arbeit, unter Anwendung der Clusteranalyse Faunenprovinzen, also Gruppen von Stationen und die sie bewohnenden Makroplanktongemeinschaften in zwei weiträumigen Gebieten des Südpolarmeeres zu beschreiben und zu vergleichen.

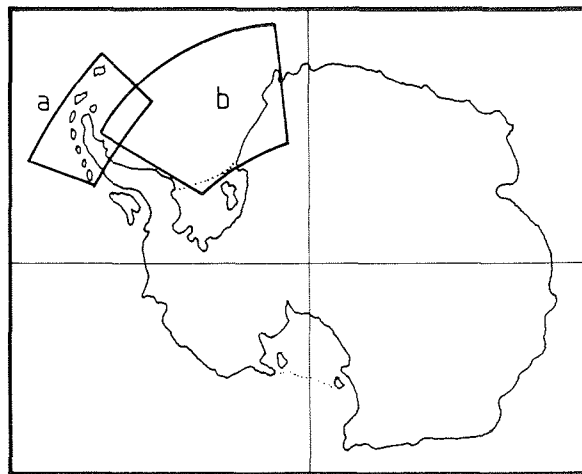


Abb. 1.1: Die Untersuchungsgebiete im Südpolarmeer.  
 (a) "John Biscoe"-Expedition 1982,  
 (b) "Polarstern"-Expedition 1983.

Außerdem werden Berechnungen zur Artenvielfalt (Diversität, Äquität, Dominanz) durchgeführt, die die Charakterisierung der Gemeinschaften sehr unterstützen.

Eine besondere Bedeutung kommt der Hydrographie zu, da sie einen entscheidenden Einfluß auf die Verbreitung des Makroplanktons hat und in den untersuchten Gebieten viele Besonderheiten aufweist. Ihr ist deshalb ein eigenes Kapitel gewidmet.

Ich möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, daß sich die angestellten Untersuchungen nur auf das Epipelagial, also auf die oberen 200 bzw. 300 m des Wasserkörpers beziehen (s. Kap. 2.2). Eine Analyse der Planktonfauna des Mesopelagials steht noch aus. Außerdem ergibt sich durch

die zeitlich begrenzte Probennahme während der Monate Februar und März nur ein Einblick in die antarktische Sommersituation.

Da die von mir bearbeiteten Fänge mit einem RMT 8 (~8 m<sup>2</sup> Netzöffnung, 4500 µm Maschenweite) erzielt wurden, kann ich nur über das Makroplankton berichten (s. Kap. 2.4.2). Das kleinere Zooplankton, insbesondere Copepoden, die von allen Zooplanktern im Südpolarmeer die höchsten Abundanzen aufweisen und Euphausiaceen-Larven, denen in vielen Gebieten bei der Untersuchung der Laichgründe des Antarktischen Krills eine besondere Bedeutung zukommt, bleibt in meiner Arbeit daher unberücksichtigt. Die Verbreitungsmuster dieser Gruppen stehen im Mittelpunkt einer Dissertation, die die RMT 1-Fänge (RMT 1: ~1m<sup>2</sup> Netzöffnung, 320 µm Maschenweite) der "Polarstern"-Expedition analysiert. Die Arbeit wurde von Frau Dr. E. Boysen-Ennen, Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven durchgeführt (BOYSEN-ENNEN 1986). Ihre Ergebnisse ergänzen sich in vielen Teilen mit denen der vorliegenden Arbeit.

## 2. Material und Methoden

Das Material für die vorliegende Arbeit wurde auf zwei Expeditionen in die Antarktis gewonnen:

- im Februar 1982 mit RRS "John Biscoe" und
- im Februar/März 1983 mit FS "Polarstern".

Stationskarten und -listen der biologischen Probennahmen, Beschreibung der Fanggeräte und genaue Daten zu den Holverläufen wie Fangtiefe, Fangdauer und filtrierte Wasservolumina geben PIATKOWSKI (1983) für die Expedition mit RRS "John Biscoe" und DRESCHER et al. (1983) für die Expedition mit FS "Polarstern".

### 2.1. Das Fanggerät

Auf beiden Expeditionen war das RMT 1+8M (Multiple Rectangular Midwater Trawl; ROE & SHALE 1979) das Standardfanggerät für das Makroplankton.

Das RMT 1+8M ist ein Mehrfachschließnetz, das aus drei Netzpaaren besteht, die jeweils aus einem RMT 1 (Maschenweite 320 µm) und einem RMT 8 (Maschenweite 4500 µm) kombiniert sind. Die Netzöffnungen betragen 1 m<sup>2</sup> für das RMT 1 und 8 m<sup>2</sup> für das RMT 8. Dies ist aber nur der Fall, wenn der Ausstellwinkel der Netzöffnung 45° senkrecht zur Schleppstrecke beträgt. Da dieser aber nicht unerheblich mit der Netzgeschwindigkeit variiert, kann die effektiv filternde Netzöffnung sehr stark schwanken. ROE et al. (1980) und POMMERANZ et al. (1983) diskutieren eingehend diese Problematik.

Das Öffnen und Schließen der Netze wird vom Schiff aus hydroakustisch gesteuert. Die Netzpaare sind so angeordnet, daß mit dem Schließen des einen Netzpaars das nächste geöffnet wird. Innerhalb eines Hols werden somit drei Schichten durchfischt. Unmittelbar über den Netzen sind mehrere Sensoren in einem Netzmonitor sowie ein Durchstrommesser angebracht. Während des Hols registrieren sie ständig Temperatur, Druck und Durchstrom und übermitteln ihre Meßwerte auf hydroakustischem Wege an ein Bordgerät (EPC-Schreiber).

## 2.2. Verlauf der Standardhols

Alle Standardhols wurden als Stufen-Schräghols über die Heckgalgen der Schiffe gefahren. Das RMT wurde zunächst auf die maximale Fangtiefe weggefiert. Dort wurde das erste Netzpaar geöffnet und beim Hieven mit 0.2 - 0.4 m/sec dann die folgenden. Die Geschwindigkeiten der Schiffe betrugen während der RMT-Hols 1.5 - 3.0 kn. Sofern die Wassertiefe es zuließ, wurden folgende Standardfangtiefen befischt:

Netzpaar	auf "John Biscoe"	auf "Polarstern"
RMT 1-1 und RMT 8-1	200 m - 135 m	300 m - 185 m
RMT 1-2 und RMT 8-2	135 m - ~70 m*	185 m - ~60 m*
RMT 1-3 und RMT 8-3	~70 m - ~ 0 m	~60 m - ~ 0 m

\*Das Schließen des 2. Netzpaares richtete sich nach der Lage der Temperatursprungschicht, die mit vorangehenden hydrographischen Messungen bestimmt wurde. Das 3. Netzpaar wurde kurz unter der Oberfläche geschlossen.

Die filtrierte Wasservolumina, die zur quantitativen Auswertung der Fänge ein wesentlicher Faktor sind, wurden nach Angaben in einer Arbeit von ROE et al. (1980) berechnet. Dabei wurde mit Hilfe der Netzgeschwindigkeit für jedes Netz während des Hols der Ausstellwinkel der Netzöffnung errechnet. Die daraus resultierende Netzöffnung, multipliziert mit der jeweils zurückgelegten Strecke beim Fischen, ergab dann zu jedem Fang das filtrierte Wasservolumen. Aufgrund der großen Maschenweite und der günstigen Relation von Maschenfläche zu Netzöffnung kann beim RMT 8 von 100% Filtrationseffizienz ausgegangen werden.

## 2.3. Stationsübersichten

### 2.3.1. Die "John Biscoe"-Expedition 1982

Das Untersuchungsgebiet konzentrierte sich um die Antarktische Halbinsel und reichte von 46° bis 69°W und von 59° bis 67°S (Abb. 2.1).

Die Stationen lagen schwerpunktmäßig in der Bellingshausen See, in der Bransfield Straße und bei Elephant Island. Außer den Einzelfängen wurden in der Bellingshausen See und nördlich wie auch südlich von Elephant Island auf Dauerstationen 4, 9 bzw. 7 Standardhols durchgeführt. Eine weitere Dauerstation in der nordwestlichen Weddell See mußte wegen Einsetzens von starkem Eisgang beim dritten Hol abgebrochen werden. Einige Stationen wichen in ihren Fangtiefen geringfügig von den Standardfangtiefen ab (s. PIATKOWSKI 1983). Insgesamt wurden von der "John Biscoe"-Expedition für diese Arbeit 183 RMT 8-Fänge bearbeitet, die von 61 Standardstationen bzw. -hols stammen. 43 Stationen fanden am Tage statt (06-22 h Ortszeit) und 18 während der Nacht bei Dunkelheit (22-06 h Ortszeit).

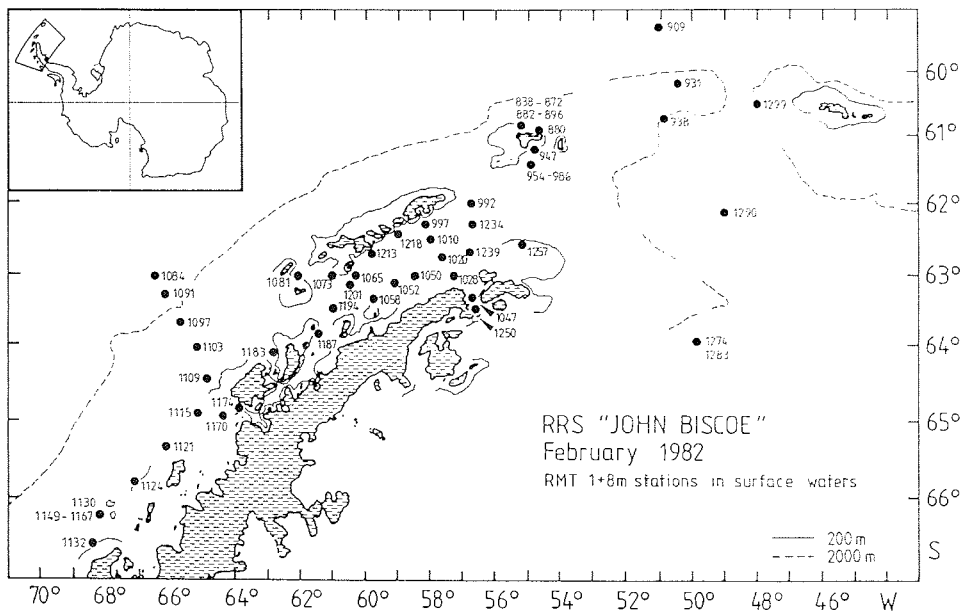


Abb. 2.1: Positionen der RMT 1+8M - Standardstationen während der "John Biscoe"-Expedition im Februar 1982.

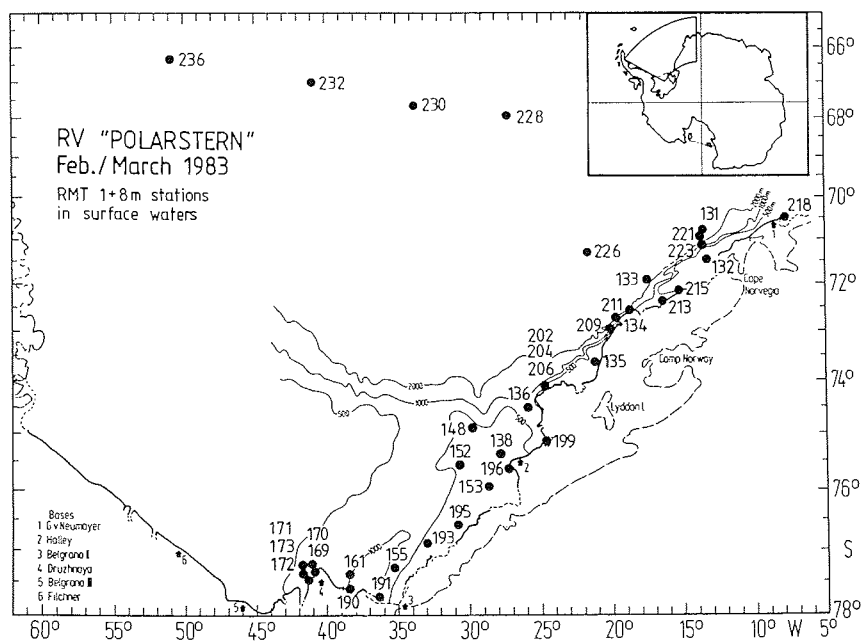


Abb. 2.2: Positionen der RMT 1+8M - Stationen während der "Polarstern"-Expedition im Februar/März 1983.

### 2.3.2. Die "Polarstern"-Expedition 1983

Die "ANTI"-Expedition mit FS "Polarstern" konzentrierte sich auf die Weddell See (Abb. 2.2).

Die RMT-Stationen lagen hauptsächlich in den Sommerpolynen entlang der Schelfeiskante zwischen der Atka Bay (8°W) und der Gould Bay (43°W), sechs weitere Stationen entlang der Packeisgrenze auf der Fahrtstrecke zwischen Kap Norvegia (17°W) und dem nordwestlichen Teil der Weddell See (51°W). Auch auf dieser Expedition wurde an einigen Stationen geringfügig von den Standardfangtiefen abgewichen (s. DRESCHER et al. 1983). Durch einen Fehler im hydroakustischen Steuerungssystem des Netzes wurden auf den ersten neun Stationen nur einfache Schräghols gefahren. Dabei befischte das RMT siebenmal nur die Oberflächenschicht (~50 - 0 m). Bei der Darstellung von Verbreitung und Abundanz der verschiedenen Makroplankton-Arten, die sich auf die oberen 300 m des Wasserkörpers beziehen, bleiben diese Stationen daher unberücksichtigt. Insgesamt wurden von der "Polarstern"-Expedition 95 RMT 8-Fänge bearbeitet, die auf 38 Stationen gewonnen wurden. Alle Hols fanden am Tage statt (06-22 h Ortszeit).

### 2.4. Bearbeitung und Sortieren der Fänge

#### 2.4.1. Volumenbestimmung und Konservierung

Die RMT 8-Fänge wurden vorsichtig aus den Netzbeuteln in volumetrisch skalierte Kunststoffgefäße überführt, so daß man für jeden Fang ein Naßvolumen bestimmen konnte. Große Medusen, große Tintenfische und Fische wurden danach aus den Fängen entfernt und gesondert konserviert. Erst dann wurden die Fänge in einer 4-%igen Formalinlösung fixiert.

Überschritten die Fangmengen 2000 ml, wurden geeignete Unterproben genommen (maximal 2000 ml) und der Rest verworfen (PIATKOWSKI 1983; DRESCHER et al. 1983).

#### 2.4.2. Sortierarbeiten

Schon während der Seereisen begann das Sortieren der Proben, es wurde später im Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung, Bremerhaven und im Institut für Polarökologie, Kiel fortgesetzt.

Dabei wurden nur Organismen gezählt, deren Länge bzw. Durchmesser  $\geq 5$  mm war. So verblieben Euphausiaceen-Larven, Copepoden, Ostracoden, juvenile Polychaeten, juvenile Pteropoden und juvenile Chaetognathen in den Restproben. Der Selektionswert von 5 mm wurde von mir gewählt, weil das RMT 8 eine Maschenweite von 4.5 mm hatte und folglich nur Organismen, deren Länge oder Durchmesser größer war, annähernd quantitativ fangen konnte. Prinzipiell müßte man für jede gefangene Art anhand der im Fang repräsentierten Längenhäufigkeits-Daten eine Selektionslänge bzw. -größe bestimmen, ab der das RMT 8 die Art quantitativ fängt. Diese würde für schlankwüchsige Arten (Chaetognathen, Fischlarven) vermutlich deutlich über 5 mm liegen. So gibt z. B. HAGEN (1985) für Chaetognathen eine Mindestlänge von 30 mm an, ab der das RMT 8 sie quantitativ be-

fischt. Die gleiche Mindestlänge ermittelt KELLERMANN (1985) für Postlarven von Pleuragramma antarcticum. Aus Zeitmangel war das Bestimmen von Selektionslängen im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich. Ich möchte aber auch darauf hinweisen, daß die weitaus überwiegende Zahl der gefangenen Tiere wesentlich größere Körperdurchmesser bzw. -längen aufwies ( $\geq 10$  mm) als der von mir gewählte Selektionswert. Außerdem waren die meisten Arten nicht schlankwüchsig (z.B. Amphipoden, Euphausiaceen) und verhakten sich in den Netzmaschen viel leichter als Chaetognathen oder Fischlarven. Beim Sortieren wurden keine Unterproben genommen.

Die Tiere wurden zunächst in große taxonomische Gruppen wie Euphausiaceen, Amphipoden, Medusen usw. vorsortiert. Danach begann die genauere Bestimmung der Organismen. Wenn möglich, geschah dies bis zum Artenniveau, manchmal blieb es bei der Gattung und in einigen Fällen bei noch höheren Taxa. Dies hatte folgende Gründe:

- einige Organismen, meistens Medusen, waren so stark beschädigt, daß eine exakte Bestimmung bis zur Art nicht gelingen konnte, und es dann bei Kategorien wie z.B. Hydromedusen blieb;
- bei einigen Gruppen wie z.B. Polychaeten und Medusen fehlte eine taxonomische Hilfestellung von Experten;
- in der Literatur herrscht bei einigen Artnamen große Verwirrung, die eine richtige Bestimmung der Arten erschwerte;
- einige neue Arten traten auf, die an Experten weitergeleitet wurden und dort noch weiterbearbeitet werden;
- Zeitmangel verhinderte eine ausführliche taxonomische Bearbeitung einiger schwer identifizierbarer Tiere.

Im folgenden verweise ich auf spezielle Probleme bei der Bestimmung einiger Gruppen sowie auf die wichtigste Bestimmungsliteratur:

#### Medusen

Von allen untersuchten Taxa gab es bei den Medusen die größten Schwierigkeiten in der genauen Bestimmung. Neben den leicht identifizierbaren Scyphomedusen (z. B. Atolla wyvillei, Periphylla periphylla) traten bei den Hydromedusen sehr viele Tiere auf, deren eindeutige Bestimmung nicht gelang und die als Hydromedusae indet. zusammengefaßt wurden. Bestimmungsliteratur: BROWNE (1910), KRAMP (1957, 1959), O'SULLIVAN (1982c, 1982d), RAMIREZ & ZAMPONI (1981).

#### Siphonophoren

Die Siphonophoren bilden freischwimmende Kolonien, die sich aus vielen Einzelorganismen zusammensetzen, die wiederum entsprechend ihrer Funktion in der Kolonie sehr weit umgestaltet sein können. Beim Fang zerfielen die Kolonien in ihre Individuen, von denen hauptsächlich Obertypen und Geschlechtsmedusen gefangen wurden. Die Siphonophoren der "John Biscoe"-Expedition wurden nicht nach Arten sortiert.

Bestimmungsliteratur: ALVARINO (1981), MOSER (1925), TOTTON & BARGMANN (1965).

#### Gastropoden

Hier lagen einerseits Pteropoden (Flügelschnecken) vor, bei denen in der taxonomischen Literatur einige Unstimmigkeiten bestehen. Andererseits wurde erstmals in der Antarktis eine pelagische Larvenform der benthischen Lamellariiden aus der Gruppe der Prosobranchier (Vor-



derkiemer) gefangen. Dieser Larventyp, dessen genaue Bestimmung noch aussteht, wird von mir als *Echinospira* sp. "a" bezeichnet.  
Bestimmungsliteratur: LEBOUR (1935), MASSY (1920, 1932), van der SPOEL (1963, 1967, 1976), van der SPOEL & BOLTOVSKOY (1981).

#### Cephalopoden

Von dieser im antarktischen Epipelagial vermutlich seltenen Gruppe wurden nur subadulte Tiere gefangen. Dr. C.F.E. Roper vom Smithsonian Institution in Washington, D.C. bestimmte mir freundlicherweise einige Exemplare.

Bestimmungsliteratur: FILIPPOVA (1972), McSWEENEY (1978), ODHNER (1923), ROPER et al. (1969), VOSS (1980).

#### Polychaeten

Bei einigen Tomopteriden gelang keine exakte Bestimmung, da es sich um sehr junge Tiere handelte, deren Artmerkmale noch nicht vollständig ausgeprägt waren. Sie wurden als *Tomopteris* sp. dargestellt.

Bestimmungsliteratur: EHLERS (1913), HARTMAN (1964), O'SULLIVAN (1982b), STØP-BOWITZ (1949).

#### Mysidaceen

Alle gefangenen Tiere gehörten zur Gattung *Antarctomysis*.

Bestimmungsliteratur: TATTERSALL, O.S. (1955), TATTERSALL, W.M. (1908).

#### Euphausiaceen

Aus den RMT8-Fängen wurden nur juvenile und adulte Tiere aussortiert, die Larven blieben unberücksichtigt.

Bestimmungsliteratur: JOHN (1936), KIRKWOOD (1982), MAUCLINE (1980).

#### Amphipoden

Bei dieser artenreichen Gruppe erhielt ich bei der Bestimmung einiger Arten sehr wertvolle Hilfe von Frau Dr. R. Weigmann-Haass vom Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt und von Herrn Dr. H.G. Andres vom Zoologischen Institut der Universität Hamburg. Dabei wurde eine neue Art der Gattung *Cheirimedes* gefunden, deren Beschreibung noch bearbeitet wird (ANDRES, pers. Mitt.).

Bestimmungsliteratur: ANDRES (1978, 1982, 1983), BARNARD, J.L. (1969), BARNARD, K.H. (1930), BOWMAN (1973, 1985), BOWMAN & GRUNER (1973), DINOFRIO (1977), HURLEY (1965), LOWRY & BULLOCK (1977), WALKER (1907), WEIGMANN-HAASS (1983).

#### Dekapodenlarven

Dekapoden traten in den RMT 8-Fängen ausschließlich als larvale und juvenile Formen auf.

Bestimmungsliteratur: GURNEY (1924, 1937), KIRKWOOD (1983).

#### Chaetognathen

Bei der Bestimmung der Chaetognathen wurde ich freundlicherweise von Herrn W. Hagen, Institut für Polarökologie in Kiel unterstützt. Er gibt in seiner Diplomarbeit (HAGEN 1983) eine ausführliche Übersicht der antarktischen Arten. Die Chaetognathen der "John Biscoe"-Expedition wurden nicht nach Arten getrennt.

Bestimmungsliteratur: ALVARINO (1962, 1969), DAVID (1956), O'SULLIVAN (1982a).

### Salpen

Salpen kommen miteinander in Ketten verbunden als Blastozoiden oder solitär lebend als Oozoiden vor. In den untersuchten Fängen traten fast nur Blastozoiden auf, deren Ketten beim Fang zerfallen waren.

Bestimmungsliteratur: ESNAL (1981), FOXTON (1966).

### Fischlarven und Fische

Auch bei den Fischlarven, bei denen es sich ausschließlich um Postlarven handelte, mußte zum Teil eine grobe Klassifikation genügen, da viele Exemplare im Rahmen dieser Arbeit nicht eindeutig bestimmt werden konnten. Die Fischlarven der "John Biscoe"-Expedition werden ausführlich von Dr. A. Kellermann, Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung in Bremerhaven und die Myctophiden von Dr. M.G. White, British Antarctic Survey in Cambridge bearbeitet. Herr Dr. G. Hubold, Institut für Polarökologie in Kiel analysiert das Ichthyoplankton der "Polarstern"-Expedition. Für meine Untersuchungen gewährten sie mir freundlicherweise die Einsicht in teilweise noch unveröffentlichte Daten.

Bestimmungsliteratur: EFREMKO (1983), NORTH & WHITE (1982).

## 2.5. Auswertung des Datenmaterials, Gemeinschaftsanalyse

Für die Darstellung der geographischen Verbreitung der Arten wurden die 3 Stufen-Hols auf jeder Station integriert. Dazu wurden für jede Art die gefangenen Individuen aller drei Fänge addiert, ebenso die filtrierten Volumina. Der Quotient aus diesen Summen ergab dann ein Maß für die Abundanz der jeweiligen Art auf der Station bezogen auf die oberen 200 bzw. 300 m der Wassersäule. Dieses Verfahren war zulässig, da die filtrierten Volumina der drei Tiefenstufen proportional zu den jeweils befischten Tiefenintervallen waren. Eine Zusammenstellung der filtrierten Volumina und der befischten Tiefenintervalle aller Stufen-Schräghols, aus der sich diese Proportionalität ablesen läßt, geben die Stationslisten der Expeditionen (PIATKOWSKI 1983; DRESCHER et al. 1983). Der Abundanzwert wurde auf Individuen pro 1000 m<sup>3</sup> filtriertes Wasservolumen standardisiert. Um einheitliche Abundanzwerte für die Dauerstationen der "John Biscoe"-Expedition zu erhalten, wurden hier ebenso Individuenzahlen jeder Art sowie die filtrierten Volumina aller Hols addiert. Deren Quotient, auf Individuen pro 1000 m<sup>3</sup> umgerechnet, wurde als mittlere Abundanz der jeweiligen Art an diesen Fangorten betrachtet.

Für die Untersuchung zur Vertikalverteilung der Arten war die Abundanz jedes einzelnen Fanges (drei pro Station) maßgebend, um so Vergleiche zwischen den verschiedenen Schichten eines Hols und Vergleiche mit den gleichen Schichten anderer Hols zu ermöglichen.

Der Umfang des zu bearbeitenden Datenmaterials war so groß, daß viele statistische Berechnungen sowie die multivariaten Datenanalysen (Clusteranalyse) nur mit der elektronischen Datenverarbeitung abgewickelt werden konnten. Dazu wurden unter der Anleitung von Dr. M. Meyer, Institut für Polarökologie, Kiel, die biologischen Datensätze auf einer PDP 10 des Rechenzentrums der Universität Kiel bearbeitet. Sie wurden in einer (n x m)-Datenmatrix angelegt, in der die Zeilen (n) die einzelnen RMT-Hols und die Spalten (m) die Arten darstellten. Für jeden Hol wurden dann die Abundanzen der Arten in die Spalten eingetragen.

Einige Auswertungen wurden zusätzlich auf einem Kleinrechner der Firma Sharp, dem MZ 800 vorgenommen. Die benutzten Rechenprogramme erstellten MEYER (1984) und MEYER & BÖLTER (1981).

Bei der Analyse der Makroplanktongemeinschaften kam der Clusteranalyse eine besondere Bedeutung zu. Ausführliche Darstellungen zu ihrem Verfahren geben z. B. SNEATH & SOKAL (1973), STEINHAUSEN & LANGER (1977) und SCHUCHARD-FICHER et al. (1985). Trotzdem sei sie aber an dieser Stelle kurz erklärt:

Unter der Clusteranalyse versteht man Verfahren zur Gruppierung von Elementen innerhalb eines Systems. In der vorliegenden Arbeit können die Elemente entweder die RMT-Stationen bzw. -hols oder die Arten sein. Als Grundlage dient die o.g. Datenmatrix. Die Aufgabe der Analyse besteht darin, nach Ordnungsprinzipien in der Matrix zu suchen. Die Analyse erfolgt in zwei Schritten:

1. Messung von Ähnlichkeiten oder Distanzen zwischen allen möglichen Elemente-Paaren der Matrix. Wichtig ist dabei die gleichzeitige Heranziehung aller vorliegenden Merkmale der Elemente. Das Resultat ergibt eine Affinitätsmatrix.
2. Die weitere Gruppierung bzw. Verknüpfung der Elemente zu Gruppen oder "cluster", die dann in einem Dendrogramm dargestellt werden.

Als Ergebnis sollen die Elemente so in Gruppen eingeteilt sein, daß in den Gruppen eine maximale und zwischen den Gruppen eine minimale Gleichartigkeit erzielt wird.

Die Berechnung von Distanzen zwischen allen möglichen Elemente-Paaren erfolgt mit verschiedenen Koeffizienten, die entweder auf nominaler Basis die Präsenz oder Absenz von Merkmalen oder auf numerischer Basis die relativen Häufigkeiten oder Beträge der Merkmale berücksichtigen. Die in der biologischen Gemeinschaftsanalyse meistbenutzten Koeffizienten sind der Jaccard-Index (JACCARD 1902), die Euklidische Distanz (SOKAL 1961), der Bray-Curtis-Index (BRAY & CURTIS 1957), die Canberra-Metrik (LANCE & WILLIAMS 1967) und der Percent-Similarity-Index (WHITTAKER & FAIRBANKS 1958). Welcher Koeffizient bei der Clusteranalyse eingesetzt wird, liegt in der Wahl des Anwenders. In der vorliegenden Arbeit werden der Jaccard-Index, der nur die Präsenz und Absenz von Merkmalen berücksichtigt, und die Canberra-Metrik, die die Beträge bzw. relativen Häufigkeiten von Merkmalen berücksichtigt, verwendet. Ihre mathematischen Ausdrücke sind wie folgt:

Jaccard-Index (oder auch Tanimoto-Koeffizient):

$$S = a/(a+b+c) \quad [\text{qualitativer Vergleich}]$$

- a = Anzahl der Merkmale, die in beiden Elementen gleich sind
- b = Anzahl der Merkmale, die nur bei Element b auftreten
- c = Anzahl der Merkmale, die nur bei Element c auftreten

#### Canberra-Metrik:

$$C = \frac{\sum_{l=1}^m (|x_{il} - x_{jl}|)}{(x_{il} + x_{jl})} \quad [\text{quantitativer Vergleich}]$$

$x_{il}$  = Betrag von Merkmal  $l$  in Element  $i$

$x_{jl}$  = Betrag von Merkmal  $l$  in Element  $j$

$m$  = Anzahl der Merkmale

Sind die Distanzen nacheinander für alle möglichen Elemente-Paare berechnet, werden sie in einer Affinitätsmatrix gespeichert. Danach wird die Gruppierung der Elemente durchgeführt, aus der schließlich die eigentlichen Cluster entstehen, die in einem Dendrogramm graphisch dargestellt werden können.

Bei allen agglomerativ hierarchischen Gruppierungsverfahren wird zuerst das Elemente-Paar mit dem niedrigsten Distanzwert gesucht. Durch die Verknüpfung dieser beiden Elemente entsteht die erste Gruppe. Danach wird die Gruppe nach und nach vergrößert, indem jeweils das Element gesucht wird, das den geringsten Distanzwert zu einem der Elemente der bereits vorhandenen Gruppe besitzt. Eine neue Gruppe aus zwei noch nicht gruppierten Elementen wird dann gebildet, wenn das Distanzmaß zwischen ihnen geringer ist als das zu einer bereits vorhandenen Gruppe.

Die Gruppierung kann mit verschiedenen Strategien erfolgen, die einen entscheidenden Einfluß auf das Ergebnis der Clusteranalyse haben (STEINHAUSEN & LANGER 1977). Das "single linkage", das "complete linkage" und das "average linkage" sind die gebräuchlichsten der agglomerativ hierarchischen Verfahren.

Beim "single linkage" wird das neu zu gruppierende Element der vorhandenen Gruppe mit dem Distanzmaß zugeordnet, das der Distanz zu dem am nächsten befindlichen Element in der bestehenden Gruppe entspricht. Nach LANCE & WILLIAMS (1967) heißt dieses Verfahren daher auch "the nearest neighbor technique".

Das "complete linkage" verläuft entgegengesetzt. Hierbei wird das hinzuzufügende Element mit dem am weitesten entfernten Mitglied der bestehenden Gruppe verknüpft. Die Verknüpfung wird also auf dem maximalen Distanzniveau vorgenommen. Folglich heißt dieses Verfahren auch "the farthest neighbor technique" (LANCE & WILLIAMS 1967).

Das "average linkage" wurde von SOKAL & MICHENER (1958) entwickelt. Im Gegensatz zu den anderen Verfahren verwendet es bei der Verknüpfung keine Extremwerte (minimale Distanz beim "single linkage", maximale Distanz beim "complete linkage"), sondern gemittelte Distanzwerte. Dadurch wird eine zu extreme Gruppierung vermieden.

In der vorliegenden Arbeit erhält das "complete linkage" zumeist den Vorzug. Es bildet sehr kompakte, relativ scharf abgegrenzte Gruppen und eignet sich am besten, auch Unterschiede in einem relativ homogenen Datenmaterial zu erfassen.

Zur weiteren Charakterisierung von Faunenprovinzen und Makroplanktongemeinschaften waren Berechnungen zu Diversität, Äquität und Dominanz entscheidende Hilfen. Die Artendiversität wurde mit dem Shannon-Wiener-Index berechnet (SHANNON & WEAVER 1949):

$$H = - \sum_{i=1}^k (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$$

H = Diversitätsindex  
 $n_i$  = Individuenzahl der Art i  
 N = Gesamtindividuenzahl  
 k = Anzahl der Arten

Die Diversität H ist ein Maß für den Artenreichtum oder die Varietät an Arten in einer Gemeinschaft (ODUM 1980). Sie ist eine logarithmische Funktion der Artenanzahl, sehr hohe Werte für H liegen bei etwa 4.

Die Äquität (engl.: evenness) ist ein Maß für die Aufteilung der Individuen auf die Arten. Sie ist eine Funktion der Diversität H und errechnet sich nach:

$$R = H/H_{\max}$$

R = Äquitätsindex  
 H = Diversitätsindex  
 $H_{\max}$  = größtmöglicher Wert für die Diversität

R kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Ist R = 0, so ist nur eine Art vorhanden. Ist R = 1, so sind alle vorhandenen Arten in gleich hoher Individuenzahl vertreten.

Die Dominanz der Arten in den verschiedenen Gemeinschaften wurde mit dem "Biological Index" nach McCLOSKEY (1970) bestimmt:

$$BI(s) = \sum_{j=1}^p xR(s),j$$

BI(s) = "Biological Index" der Art s  
 s = Art s  
 p = Anzahl der Stationen  
 R(s),j = Rang der Art s nach ihrer Abundanz auf Station j  
 $x_R$  = Punktzahl für Rang R

Bei der Berechnung des BI-Wertes werden die Arten auf jeder Station in der Rangfolge ihrer Abundanz geordnet. Die z.B. ersten zehn Arten erhalten eine ihrem Rang entsprechende Punktzahl, d.h. die Art auf Rang 1 erhält zehn Punkte, die auf Rang 2 neun Punkte usw. Der BI-Wert einer Art ist dann die Summe der von ihr auf allen Stationen erreichten Punkte. Der Vorteil des BI-Wertes als Maß für die Dominanz liegt darin, daß wenige, sehr hohe Individuenzahlen, die in den Proben gelegentlich auftreten, nicht so stark gewichtet werden, wie es bei einer Dominanzbe-

stimmung über die Addition der absoluten Individuenzahlen der Fall ist.

Die Diversitäten der verschiedenen Stationsgemeinschaften wurden mit dem nicht parametrischen U-Test für unabhängige Stichproben auf Signifikanzunterschiede getestet (SACHS 1984).

### 3. Hydrographie der Untersuchungsgebiete

#### 3.1. Die Gewässer um die Antarktische Halbinsel

Während der "John Biscoe"-Expedition ging jedem RMT-Hol eine Messung mit der ctd-Sonde (conductivity-temperature-depth-Sonde) voraus, so daß für alle biologischen Stationen Temperatur- und Salzgehaltsprofile vorliegen. Auf der Basis dieser Daten beschrieb HEYWOOD (1985) ausführlich Wassermassen und Strömungssysteme im Untersuchungsgebiet für den Zeitraum der Probennahme. Deshalb soll eine kurze Beschreibung der Hydrographie an dieser Stelle genügen.

In Abb. 3.1 sind die Oberflächenströmungen dargestellt, wie sie sich aus den Arbeiten vieler Autoren ableiten lassen (z. B. DEACON 1937; ANON. 1983a, 1983b; HELLMER et al. 1985; HEYWOOD 1985).

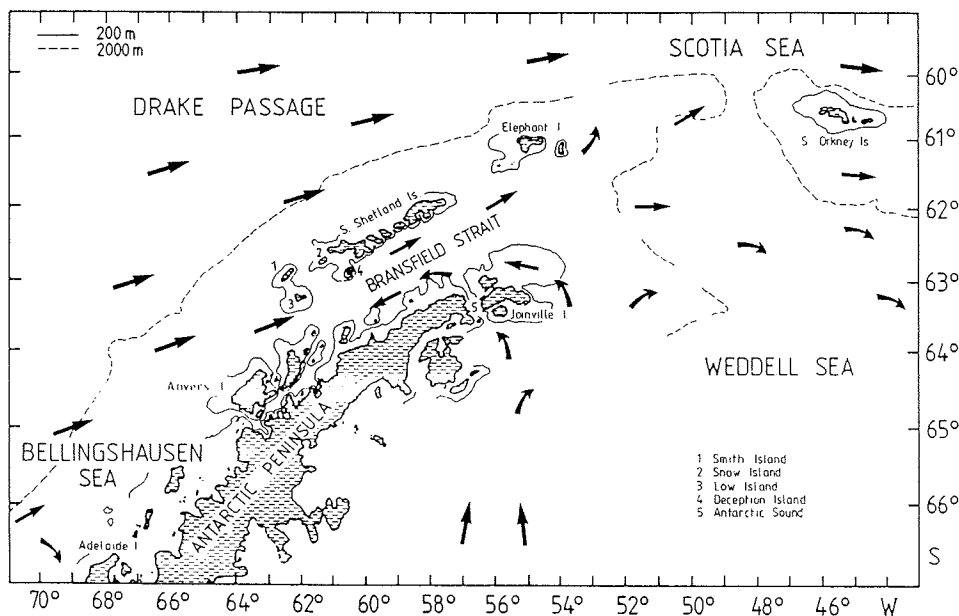


Abb. 3.1: Geographische Bezeichnungen und Oberflächenströmungen im Bereich der Antarktischen Halbinsel (Nach DEACON 1937; HEYWOOD 1985 u.a.).

Die südliche Drake Passage sowie die Scotia Sea liegen unter dem Einfluß der ostwärts ziehenden Westwinddrift, die im Südsommer eine deut-

lich erwärmte Oberflächenschicht aufweist ( $T \geq 2.0^{\circ}\text{C}$ ;  $S \geq 33.8^{\circ}/\text{oo}$ ). Der hydrographische Schnitt von der südlichen Drake Passage im Nordwesten nach Anvers Island im Südosten zeigt die sommerlich bedingte Schichtung, im Februar 1982 (Abb. 3.2).

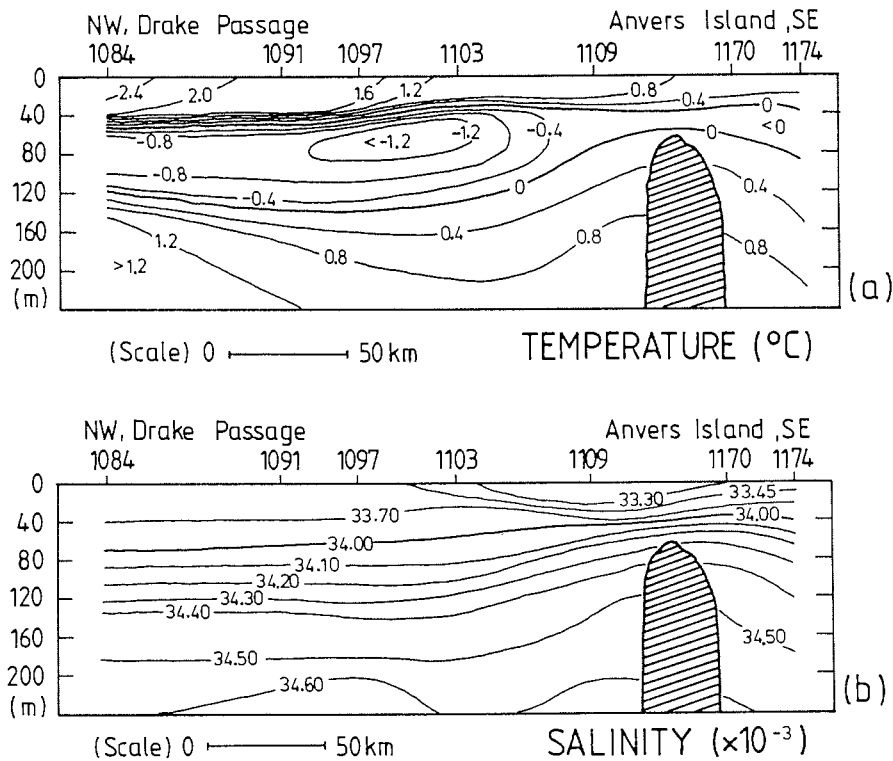


Abb. 3.2: Hydrographischer Schnitt von der südlichen Drake Passage nach Anvers Island, Februar 1982. (a) Wassertemperatur, (b) Salzgehalt.

Sonneneinstrahlung und tauendes Eis während der Sommermonate erhöhen die Oberflächentemperatur ( $T < 1.4^{\circ}\text{C}$ ) und senken den Salzgehalt ( $S \geq 33.1^{\circ}/\text{oo}$ ) des Bellingshausen See Wassers, das entlang des Kontinentalhangs der Antarktischen Halbinsel in nordöstliche Richtung setzt. Ein Teil des Bellingshausen See Wassers strömt zwischen die westlichen Süd Shetland Inseln hindurch in die Bransfield Straße ein, wo er auf der Nordseite der Straße nach Nordosten in Richtung Elephant Island fließt (s. Abb. 3.1).

Das sehr kalte und salzreiche Weddell See Wasser ( $T < -0.8^{\circ}\text{C}$ ;  $S \geq 33.7^{\circ}/\text{oo}$ ) findet seinen Zugang zur Bransfield Straße durch den Antarctic Sound und über den Schelf um Joinville Island (s. Abb. 3.1), wo es dann entlang der Halbinsel nach Südwesten fließt. Das Zusammentreffen mit dem Bellingshausen See Wasser innerhalb der Bransfield Straße führt zu komplizierten hydrographischen Fronten im mittleren Teil der

Straße (CLOWES 1934; SCHRÖDER 1984). Ein hydrographischer Schnitt durch die Bransfield Straße von Smith Island im Westen bis in den Antarctic Sound im Südosten verdeutlicht das Frontensystem im Februar 1982 (Abb. 3.3), das für die Verbreitung des Planktons in der Bransfield Straße von besonderer Bedeutung ist.

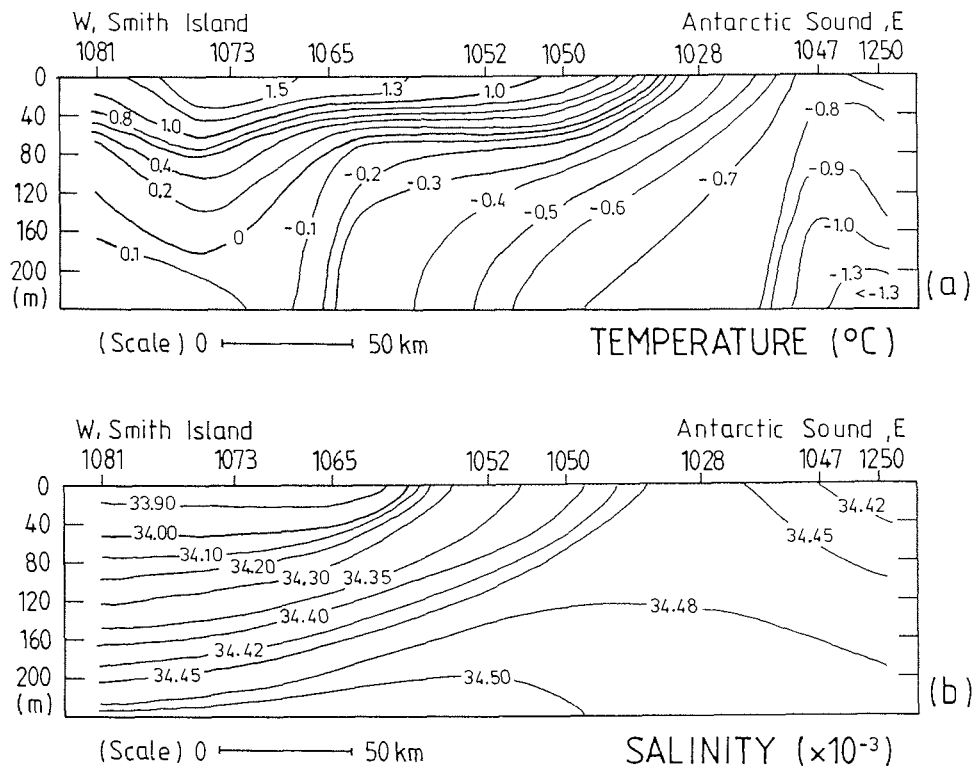


Abb. 3.3: Hydrographischer Schnitt im Oberflächenwasser der Bransfield Straße von Smith Island in den Antarctic Sound, Februar 1982. (a) Wassertemperatur, (b) Salzgehalt.

### 3.2. Die Weddell See

Die Weddell See ist der südlichste Teil des atlantischen Sektors des Südpolarmeeres (Abb. 3.4). Eine sehr ausführliche Darstellung zur Hydrographie der Weddell See geben z.B. HELLMER *et al.* (1985).

Während der "Polarstern"-Expedition ging ebenfalls jeder biologischen Station eine Messung mit der ctd-Sonde voraus. Eine endgültige Analyse der hydrographischen Messungen für den Zeitraum der Expedition ist in Vorbereitung (FRANZEN, pers. Mitt.; KOLTERMANN, pers. Mitt.). Auf der Basis der vorläufigen Daten sind in Abb. 3.5 Wassertemperaturen und Salzgehalte in einem küstenparallelen Schnitt zwischen Gould Bay und Atka Bay dargestellt. Abb. 3.6 zeigt typische T/S-Profile für drei verschiedene Schelfgebiete der Weddell See.



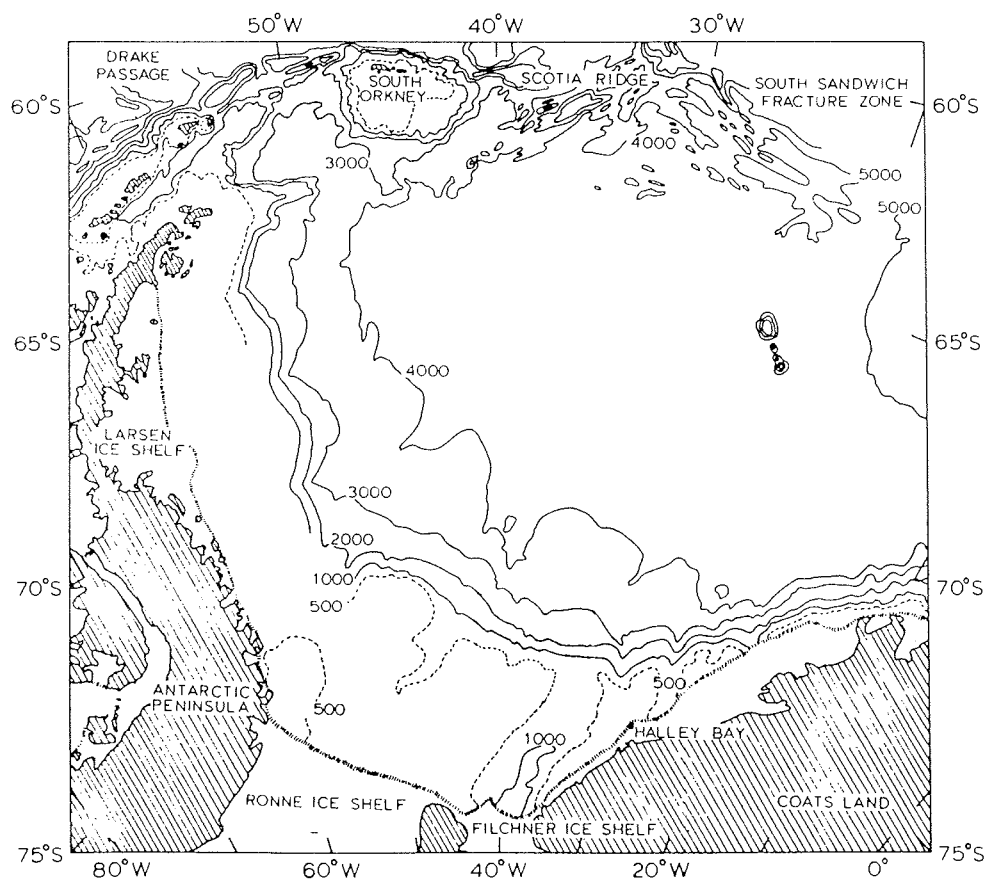


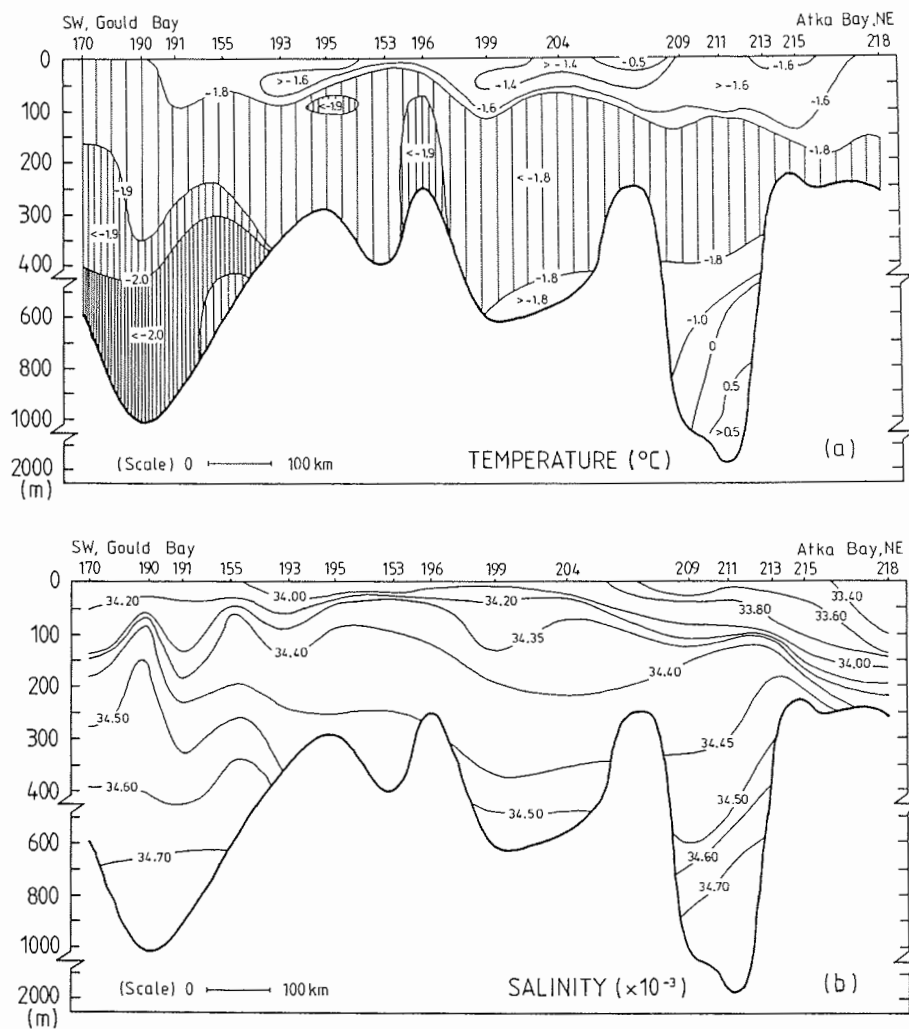
Abb. 3.4: Bathymetrie der Weddell See. Tiefenlinien in m (Nach MIDDLETON et al. 1982).

Im Einklang mit den Arbeiten von CARMACK (1974), CARMACK & FOSTER (1975) und GAMMELSRØD & SLOTSVIK (1981) lassen sich anhand der folgenden Abbildungen verschiedene Wassermassen über dem Schelf nachweisen.

Eine sommerlich erwärmte und durch Abschmelzen des Eises salzärmere Deckschicht erstreckt sich mit von Südwesten nach Nordosten zunehmender Dicke parallel zur Küste (Abb. 3.5). Die Wassertemperaturen liegen über  $-1.6^{\circ}\text{C}$ , Salzgehalte unter  $34.20/_{\text{oo}}$ . Die Dicke der Deckschicht variiert von etwa 40 m auf dem südöstlichen Schelf (Abb. 3.6; Station 195) bis etwa 80 m auf dem südlichen Schelf (Abb. 3.6; Station 206). Im Bereich der Gould Bay ist die erwärmte Deckschicht nur sehr schwach ausgeprägt (Abb. 3.6; Station 170). Unter der Deckschicht befindet sich das kältere und salzreichere Winterwasser ( $T = -2^{\circ}\text{C}$  bis  $-1.6^{\circ}\text{C}$ ;  $S \geq 34.30/_{\text{oo}}$ ). Es entsteht bei der winterlichen Eisbildung durch Konvektionsprozesse und wird in den Schelfgebieten als Schelfwasser bezeichnet.

Während der "Polarstern"-Expedition konnten Teile des sehr kalten Schelfwassers ( $T = -1.9^{\circ}\text{C}$ ), das wahrscheinlich aus dem Filchner Graben stammt, in den oberen Wasserschichten vor Halley Bay nachgewiesen wer-

den (Abb. 3.5; Station 196). Möglicherweise verursachen seewärts gerichtete, katabatische Winde und die topographisch bedingte Divergenz dort Auftriebsererscheinungen, so daß das kalte ( $< -1.9^{\circ}\text{C}$ ) Schelfwasser in einer Blase bis nahe an die Oberfläche gelangt (Abb. 3.5).



**Abb. 3.5:** Küstenparalleler Schnitt von der Gould Bay im Südwesten zur Atka Bay im Nordosten, Februar 1983.  
(a) Wassertemperaturen, (b) Salzgehalte.

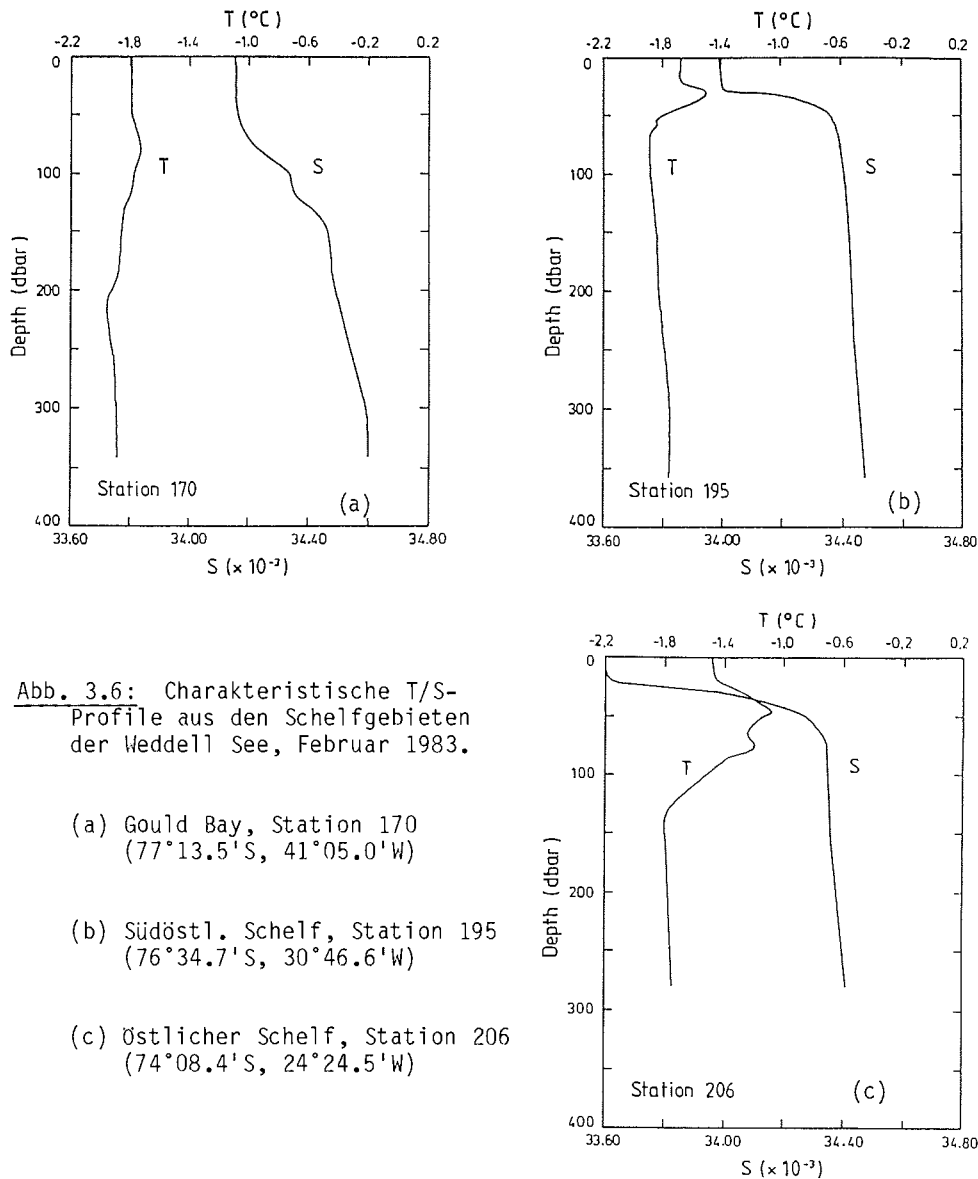


Abb. 3.6: Charakteristische T/S-Profile aus den Schelfgebieten der Weddell See, Februar 1983.

- (a) Gould Bay, Station 170  
(77°13.5'S, 41°05.0'W)
- (b) Südöstl. Schelf, Station 195  
(76°34.7'S, 30°46.6'W)
- (c) Östlicher Schelf, Station 206  
(74°08.4'S, 24°24.5'W)

In dem Schelfeinschnitt vor Camp Norway (Abb. 3.5; Station 209; 211) wurde unter dem Schelfwasser Warmes Tiefenwasser nachgewiesen ( $T > 0^{\circ}\text{C}$ ;  $S > 34.60/_{\text{oo}}$ ), das aus der zentralen Weddell See stammt.

Auf einem Stationsschnitt durch die zentrale Weddell See wurden typische hydrographische Verhältnisse der sommerlichen ozeanischen Weddell See angetroffen. Der Schnitt führte von Kap Norvegia im Osten in die nordwestliche Weddell See und verlief größtenteils entlang der Packeisgrenze (Abb. 3.7). Abb. 3.8 zeigt ein typisches T/S-Profil, das auf einer der ozeanischen Stationen gemessen wurde. Die sommerliche Deckschicht läßt sich bis ca. 70 m Wassertiefe nachweisen ( $T \leq -1.5^{\circ}\text{C}$ ;  $S \leq 34.30/_{\text{oo}}$ ). Ihr schließt sich das Winterwasser an ( $T = -1.9^{\circ}\text{C}$  bis  $-1.5^{\circ}\text{C}$ ;  $S = 34.30\text{--}34.60/_{\text{oo}}$ ), das in der zentralen Weddell See bis zu 300 m Tiefe hinabreicht (Station 230). Unter dem Winterwasser folgt das

Warme Tiefenwasser, das in Abb. 3.7 zwischen den 0°C-Isothermen liegt und sich durch hohe Salzgehaltswerte auszeichnet ( $T = 0^\circ$  bis  $0.8^\circ\text{C}$ ;  $S = 34.60$ – $34.76$ ‰). Es erstreckt sich bis etwa 1800 m Tiefe und liegt über dem Antarktischen Bodenwasser, das aber mangels tiefer T/S-Profile in Abb. 3.7 nicht dargestellt ist.

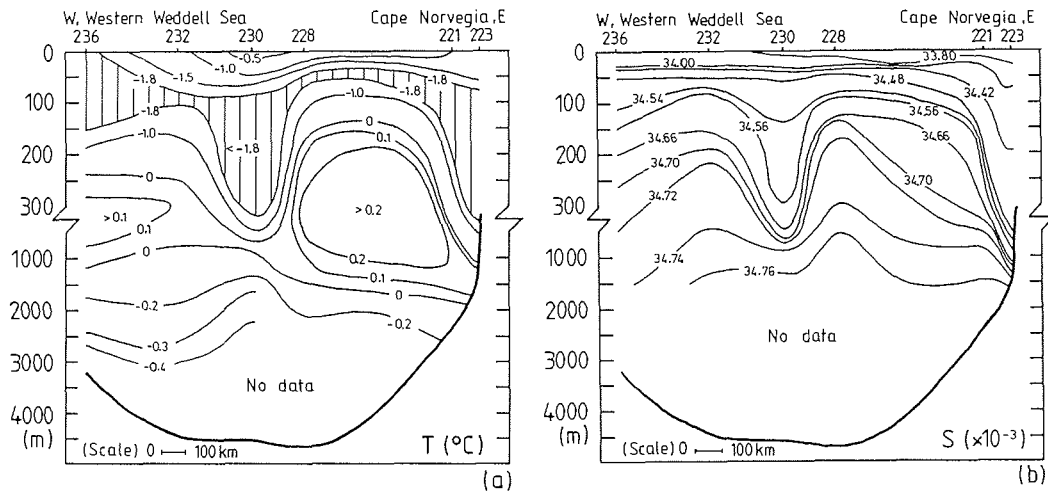


Abb. 3.7: Hydrographischer Schnitt durch die zentrale Weddell See vom nordwestlichen Teil zum östlichen Schelf bei Cape Norvegia, März 1983. (a) Wassertemperaturen, (b) Salzgehalte.

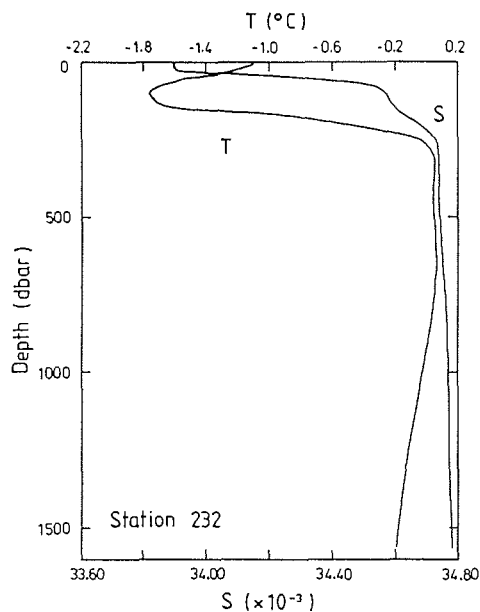


Abb. 3.8: Charakteristisches T/S-Profil aus der zentralen Weddell See, März 1983 ( $67^\circ 02.7'S$ ,  $40^\circ 56.2'W$ ).

Ein großer zyklonischer Wirbel bestimmt die ozeanische Zirkulation in der Weddell See. Nach DEACON (1937) erstreckt er sich von der Antarktischen Halbinsel im Westen bis etwa nach 30°E. In Abb. 3.9 sind die Strömungsverhältnisse auf den südlichen Schelfgebieten der Weddell See verdeutlicht. Die Ostwinddrift tritt als westwärtsgerichtete Oberflächenströmung entlang des Kontinentalhangs in Erscheinung und reicht ca. 100 km in den ozeanischen Bereich hinein. Ihre maximalen Strömungsgeschwindigkeiten werden von CARMACK & FOSTER (1977) mit 40 cm/sec angegeben.

Am nordöstlichen Ende des Filchner Grabens, bei 75°S, 29°W existiert in der Oberflächenströmung eine Divergenz (GILL 1973), die auch während der "Polarstern"-Expedition im Februar 1983 als "Halley Divergenz" nachgewiesen werden konnte (KOLTERMANN, pers. Mitt.). Ein Teil der Wassermassen folgt hier dem kontinentalen Schelfrand weiter in Richtung Nordwesten und begrenzt das Schelfwasser von dem warmen Tiefenwasser. Der andere Teil fließt als "coastal jet" auf dem südlichen Schelf weiter in Richtung Südwesten bis zum Filchner-Schelfeis (Abb. 3.9). Neben der bereits erwähnten zyklonischen Zirkulation im Filchner Graben existieren auf dem südwestlichen Schelf westlich des Grabens zwei weitere lokale zyklonische Strömungen (CARMACK & FOSTER 1975; Abb. 3.9).

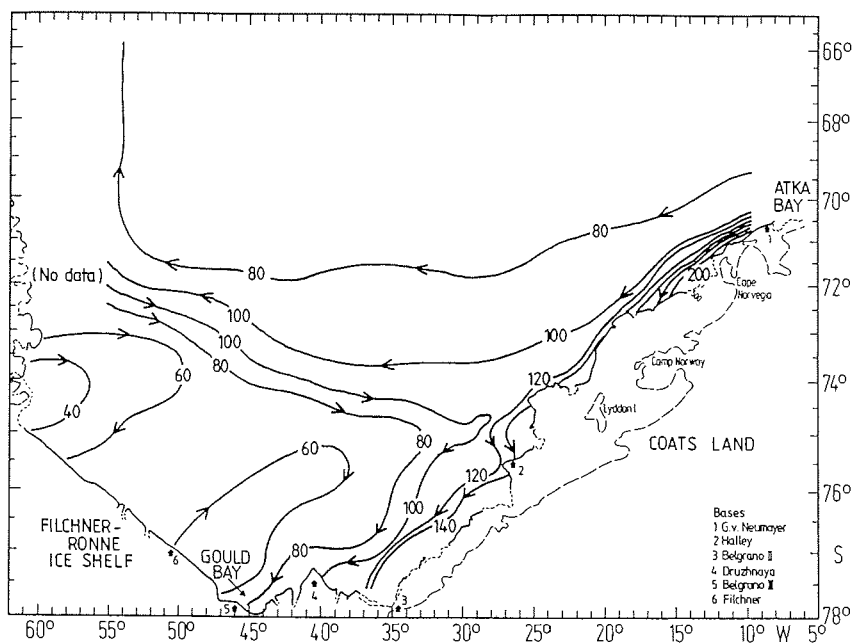


Abb. 3.9: Dynamische Topographie der 50/300 Dezibar-Niveauflächen in der südlichen Weddell See. Die Pfeile geben die relativen Strömungsrichtungen an. Einheiten in dyn m (Nach CARMACK & FOSTER 1975; 1977).

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1. Geographische Verbreitung und Abundanzen

Die folgenden Verbreitungskarten und Tabellen zu den Abundanzwerten berücksichtigen die häufigsten Arten bzw. Taxa. Seltene Arten, die nur ein- oder zweimal gefangen wurden, werden nicht dargestellt, wohl aber im Text erwähnt, sie sind in den Artenlisten durch ein \* gekennzeichnet.

In den Tabellen werden für die Abundanzen der Arten (Artnamen in Spalte 1) zwei Mittelwerte gegenübergestellt, um verschiedenartigen Verteilungen gerecht zu werden. In der zweiten Spalte wird zunächst der Zentralwert oder Median ( $\tilde{x}$ ) angegeben, der ein zutreffenderes Bild für eine mittlere Abundanz liefert, wenn die Abundanzwerte nicht normalverteilt sind. Dies trifft insbesondere für Arten zu, die sehr fleckhaft ("patchy") auftreten. Deren Medianwerte liegen deutlich unter denen des arithmetischen Mittels ( $\bar{x}$ ), das in der dritten Spalte aufgeführt ist. Im Gegensatz zum Median stellt das arithmetische Mittel einen guten Mittelwert für annähernd normalverteilte Abundanzwerte dar. Dies trifft aber nur für wenige Arten zu.

In der vierten Spalte finden sich die Standardabweichungen ( $\pm s$ ) der mittleren Abundanzen bezogen auf das arithmetische Mittel. Sie sind ein Zuverlässigkeitsmaß für die Streuung der einzelnen Abundanzen um ihren Mittelwert.

Die fünfte Spalte zeigt den Variationskoeffizienten (V), der die Standardabweichung in Einheit des arithmetischen Mittels angibt. V ist ein Streuungsmaß für die Einzelwerte der Abundanzen. Sind die Abundanzen normalverteilt, so ist  $V \leq 0.33$ .

In der sechsten Spalte wird die Präsenz der Arten angegeben. Sie ist der Prozentsatz der für eine Art positiven Stationen und liefert ein Maß für die Stetigkeit ihres Auftretens.

Die mittleren Artenabundanzen während der "John Biscoe" -Expedition (Antarktische Halbinsel) beziehen sich nur auf die Standardstationen (n=36), die am Tage stattfanden (06-22 h Ortszeit). Für die Dauerstationen wurde ein Mittelwert aus den einzelnen Hols berechnet (s. Kap. 2.5), der für eine Standardstation steht und in die Berechnungen zur mittleren Abundanz einbezogen wurde.

Allen Berechnungen zur mittleren Abundanz liegen nur die positiven Stationen zugrunde.

##### 4.1.1. Medusen

Je drei Hydromedusen und Scyphomedusen konnten eindeutig bestimmt werden. Unter den Hydromedusen treten fünf weitere Arten auf, von denen eine der Gattung *Botrynema* angehört. Die übrigen vier werden als Hydromedusae indet. zusammengefaßt (Tab. 4.1). Somit liegen folgende Medusen in den RMT 8-Fängen vor:

## Hydromedusae

- \**Pandea rubra* BIGELOW 1913
- Calycopsis borchgrevinki* (BROWNE 1910)
- Botrynema* sp.
- \**Solmundella bitentaculata* QUOY & GAIMARD 1833
- Hydromedusae indet.

## Scyphomedusae

- Atolla wyvillei* HAECKEL 1880
- \**Periphylla periphylla* (PERON & LESUEUR 1809)
- \**Desmonema gaudichaudi* (LESSON 1830)

Alle gefangenen Medusen sind Kosmopoliten der ozeanischen Gewässer. Sie treten nur sporadisch in den Schelfgewässern auf. Die Abundanzen sind generell sehr gering ( $\leq 5$  Ind./1000 m<sup>3</sup>). Abb. 4.1 und 4.2 zeigen Verbreitung und Abundanzen der Hydromeduse *Calycopsis borchgrevinki*. Schwerpunkte ihrer Verbreitung an der Antarktischen Halbinsel liegen im südlichen Teil der Bransfield Straße und in der Weddell See in den ozeanischen Gebieten. Auf dem östlichen Schelf wird die Art nur vereinzelt angetroffen.

*Botrynema* sp. (Abb. 4.3) zeigt in der Weddell See ein ähnliches Verbreitungsmuster wie *C. borchgrevinki*. Im Oberflächenwasser an der Antarktischen Halbinsel wird die Art nicht nachgewiesen.

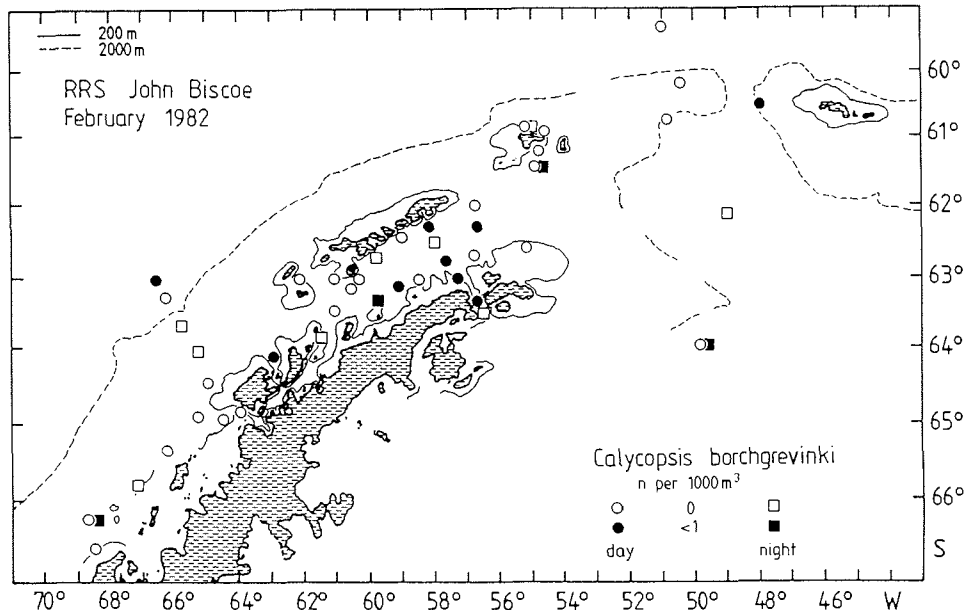


Abb. 4.1: *Calycopsis borchgrevinki*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

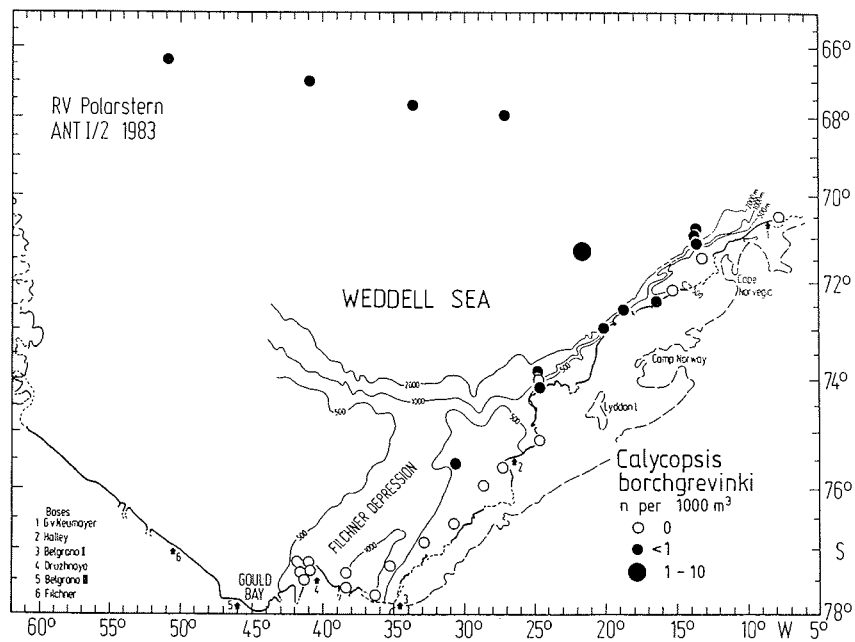


Abb. 4.2: *Calycopsis borchgrevinki*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

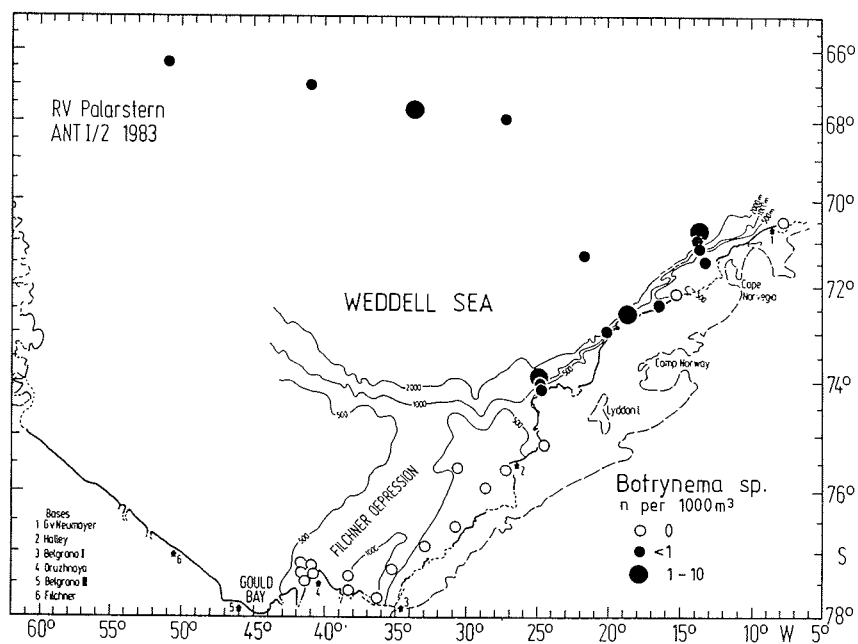


Abb. 4.3: *Botrynum* sp.. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.



Pandea rubra tritt nur an einer ozeanischen Station in der zentralen Weddell See auf, Solmundella bitentaculata wird dort zweimal angetroffen.

Die nicht identifizierten Hydromedusen-Arten zeigen ein anderes Verbreitungsmuster als das der zuvor erwähnten Arten. Sie kommen in beiden Gebieten auch auf den Schelfstationen vor.

Die Scyphomedusen treten nur in den ozeanischen Fängen auf: Atolla wyvillei dreimal in der zentralen Weddell See, Periphylla periphylla je einmal in der Bransfield Straße und südlich von Elephant Island sowie an zwei ozeanischen Stationen in der Weddell See. Desmonema gaudichaudi wird nur einmal in der nördlichen Bransfield Straße angetroffen. Im Gegensatz zu den Hydromedusen, deren Körperdurchmesser nur selten 20 mm übersteigt, werden die Scyphomedusen wesentlich größer. Die gefangenen Exemplare von A. wyvillei und P. periphylla erreichen Schirmdurchmesser bis zu 65 mm. Das eine Exemplar von D. gaudichaudi mißt sogar 80 mm im Schirmdurchmesser.

Tab. 4.1: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\bar{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der häufigsten Medusen auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art bzw. Taxon	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz			Var.koeff. d. Abundanzen V	Präsenz P (%)	mittlere Abundanz			Var.koeff. d. Abundanzen V	Präsenz P (%)
	Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$	±s			Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$	±s		
<u>Calycopsis borchgrev.</u>	<0.10	<0.10	0.02	0.30	25	0.25	0.35	0.33	0.95	44
<u>Botrynema sp.</u>	-	-	-	-	-	0.50	0.73	0.70	0.96	47
<u>Hydromedusae indet.</u>	<0.10	0.26	0.34	1.33	17	0.20	0.29	0.30	1.01	72
<u>Atolla wyvillei</u>	-	-	-	-	-	0.10	0.13	0.06	0.43	9

#### 4.1.2. Siphonophoren

Vier Siphonophoren-Arten treten in den RMT8-Fängen auf:

Dimophyes arctica CHUN 1897  
Diphyes antarctica MOSER 1925  
Pyrostephos vanhoeffeni MOSER 1925  
Vogtia serrata MOSER 1925

Die Siphonophoren aus den Fängen an der Antarktischen Halbinsel wurden nicht nach Arten getrennt. Sie werden als eine Gruppe betrachtet, deren Verbreitung schwerpunktmäßig in den ozeanischen Gebieten liegt. Auf eine Darstellung zur geographischen Verbreitung dieser Gruppe an der Antarktischen Halbinsel wird hier verzichtet; sie ist aber in der Original-Dissertation sowie in einer Veröffentlichung zur Verbreitung der häufigsten Makroplanktongruppen an der Antarktischen Halbinsel im Februar 1982 (PIATKOWSKI 1985a) einzusehen.

In der Weddell See sind die Verbreitungsmuster der einzelnen Arten sehr verschieden. Dimophyes arctica und Diphyes antarctica (Abb. 4.4 und 4.5) zeigen eine relativ gleichmäßige Verteilung über das gesamte Stationsnetz mit leichten Konzentrationsschwerpunkten auf den ozeanischen Stationen sowie im Filchner Graben (nur D. arctica). Maximale Abundanzen liegen für D. arctica bei 44 Ind./1000 m<sup>3</sup> (Oberflächenfang von Station 161 im Filchner Graben) und für D. antarctica bei 39 Ind./1000 m<sup>3</sup> (Oberflächenfang von Station 152, südlicher Schelf bei Halley).

Sehr gegensätzlich sind die Verbreitungsmuster von Pyrostephos vanhoeffeni und Vogtia serrata. Während P. vanhoeffeni die flacheren Schelfstationen bevorzugt (Abb. 4.6), wird V. serrata nur auf den ozeanischen Stationen angetroffen (Abb. 4.7).

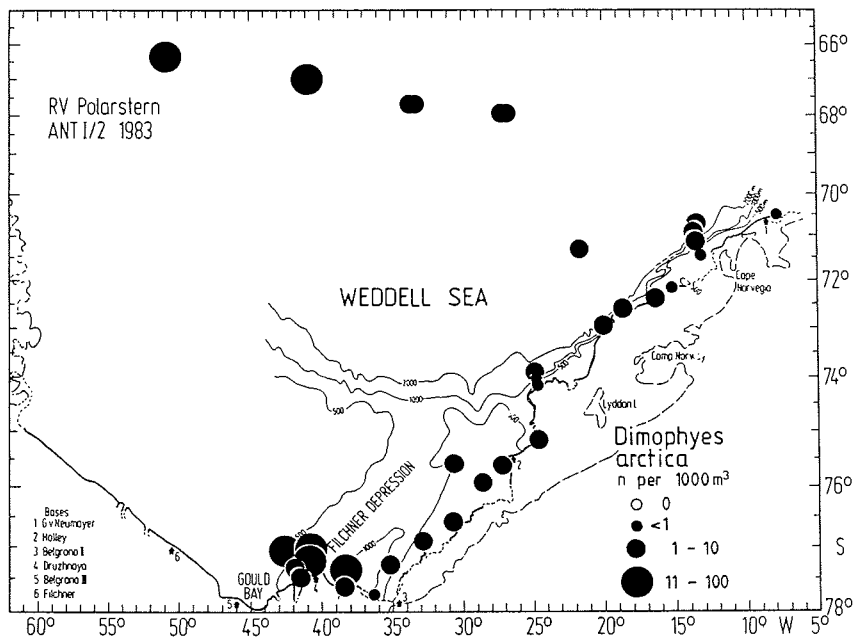


Abb. 4.4: Dimophyes arctica. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

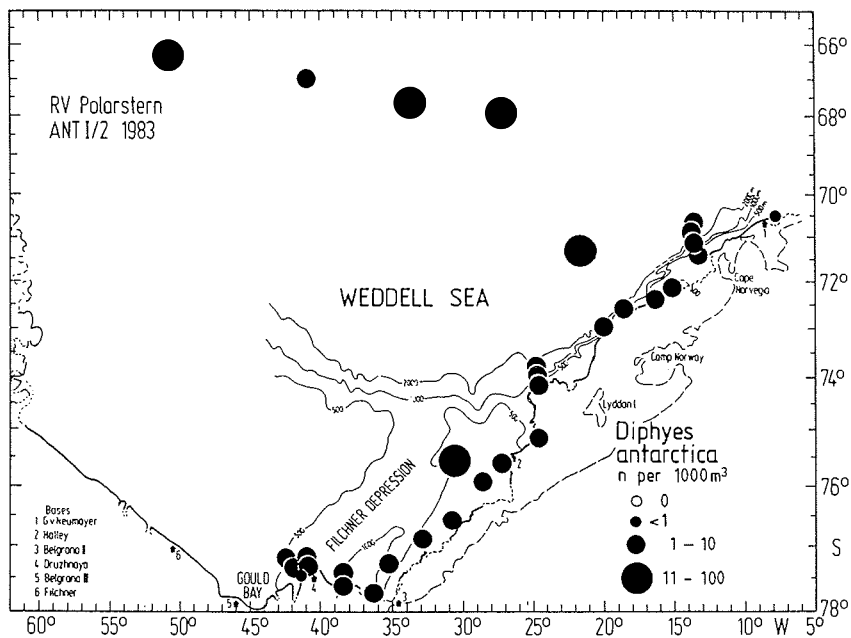


Abb. 4.5: *Diphyes antarctica*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

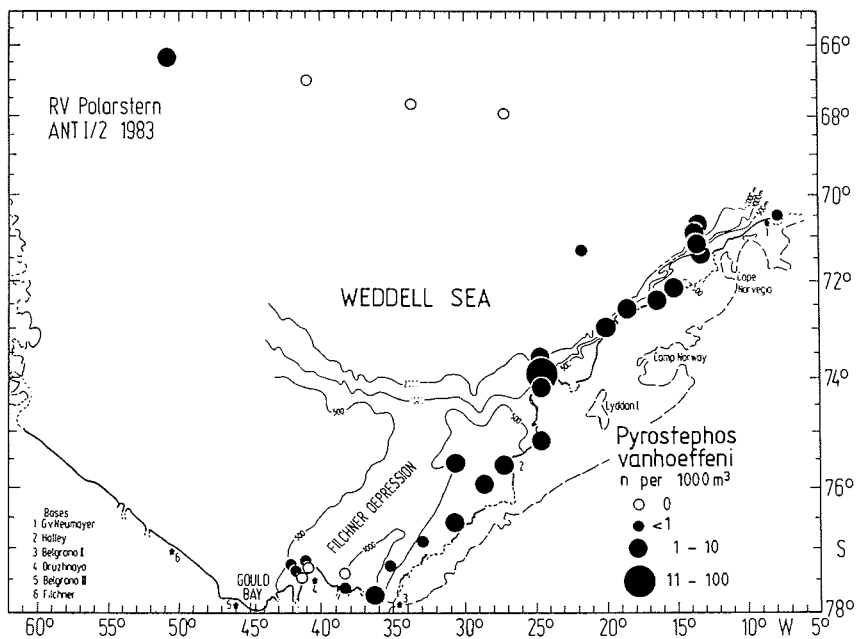


Abb. 4.6: *Pyrostephos vanhoeffeni*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

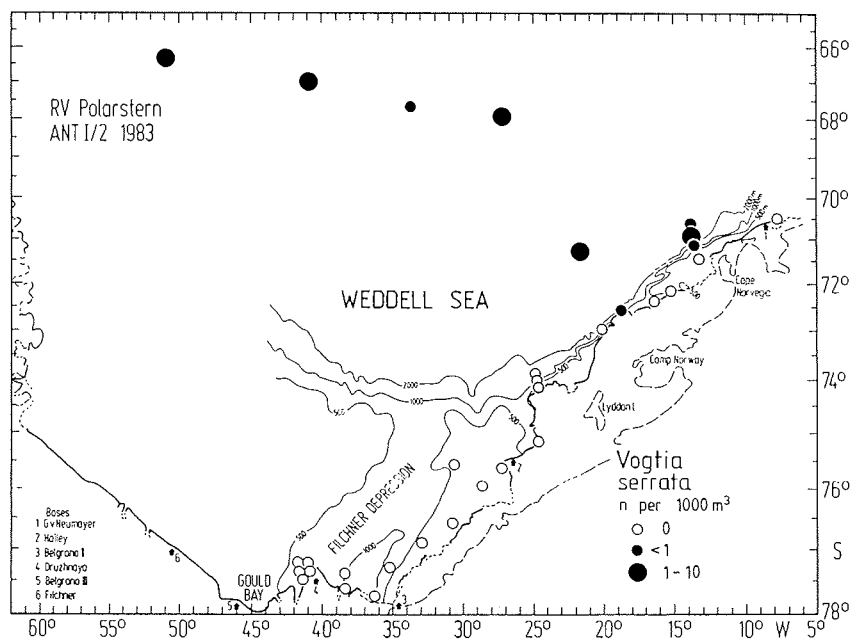


Abb. 4.7: *Vogtia serrata*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

Tab. 4.2: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m³) als Median ( $\bar{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der Siphonophoren auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art bzw. Taxon	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)		mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)	
	Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$ $\pm s$				Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$ $\pm s$			
<i>Dimophyes arctica</i>			----	#		3.00	5.27 4.82	0.92	100	
<i>Diphyes antarctica</i>			----	#		3.00	5.55 4.70	0.85	100	
<i>Pyrostephos vanh.</i>			----	#		1.50	2.93 3.78	1.29	81	
<i>Vogtia serrata</i>			----	#		1.00	2.44 2.54	1.04	28	
Siphonophoren (gesamt)	2.00	3.61 4.78	1.32	86		12.00	13.66 8.95	0.66	100	

# Bei den Stationen an der Antarktischen Halbinsel ("John Biscoe"-Expedition) wurden die Siphonophoren nicht nach Arten getrennt.

#### 4.1.3. Gastropoden

In den RMT 8-Fängen werden folgende Gastropoden angetroffen:

Prosobranchia (Familie Lamellariidae)

Echinospira sp: "a" (-Larven)

Opisthobranchia (Ordnung Pteropoda)

Limacina helicina (PHIPPS 1774)

Clio pyramidata LINNAEUS 1767

Clione limacina (PHIPPS 1774)

Spongiobranchaea australis D'ORBIGNY 1835

Mit den RMT 8- und RMT 1-Fängen (s. BOYSEN-ENNEN 1986) werden erstmals im Südpolarmeer pelagische Larvenformen der benthischen Gastropoden-Familie Lamellariidae festgestellt, die bisher nicht näher identifiziert werden konnten. Diese als Echinospira-Larven bezeichneten Larven-Typen werden von mir fortan als Echinospira sp. "a" bezeichnet. An der Antarktischen Halbinsel erscheint die Echinospira-Larve nur sehr sporadisch. In der Weddell See wird sie auf den Schelfstationen regelmäßig angetroffen (Abb. 4.8). Der Schwerpunkt ihrer Verbreitung liegt auf dem südlichen Schelf. Die höchste Individuendichte (65 Ind./1000 m<sup>3</sup>) wird in der Oberflächenschicht der Station 169 im Filchner Graben gemessen.

In den Abb. 4.9 bis 4.15 sind die Verbreitungen der gefangenen Pteropoden dargestellt und in Tab. 4.3 statistisch zusammengefaßt. Limacina helicina ist im Bereich der Antarktischen Halbinsel auf etwa einem Drittel der Stationen mit sehr geringen Abundanzen präsent (Abb. 4.9). In der Weddell See (Abb. 4.10) tritt die Art auf drei Viertel der Stationen auf und gehört auf dem südlichen Schelf zu den dominierenden Formen im Plankton, wobei Abundanzen von  $\geq 100$  Ind./1000 m<sup>3</sup> erreicht werden.

Clio pyramidata (ohne Abb.) tritt an der Antarktischen Halbinsel vereinzelt an schelffernen Stationen wie in der südlichen Drake Passage und in der nordwestlichen Weddell See auf. In der Weddell See wird die Art auf den ozeanischen Stationen gefangen, gelegentlich dringt sie auf den südlichen Schelf vor (Abb. 4.11).

Clione limacina und Spongiobranchaea australis sind an der Antarktischen Halbinsel mit geringen Abundanzen auf etwa der Hälfte der Stationen präsent (Abb. 4.12 und 4.14). In der Weddell See treten sie regelmäßig auf (Abb. 4.13 und 4.15). Präferenzen für bestimmte Gebiete sind nicht ersichtlich, wenn auch die Verbreitung von C. limacina sich in der Weddell See etwas auf den südlichen Schelf konzentriert, wo die Abundanzen Werte von 1 Ind./1000 m<sup>3</sup> übersteigen können.

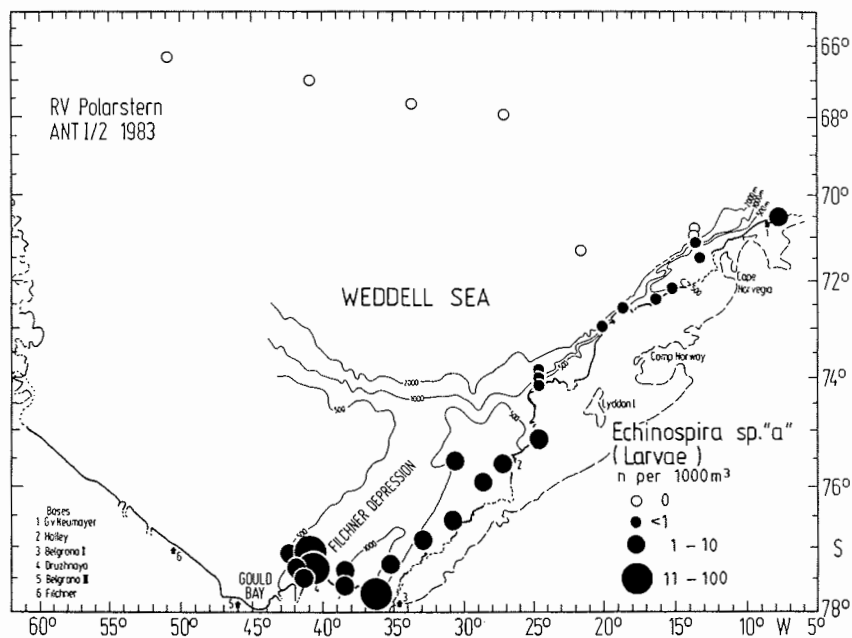


Abb. 4.8: *Echinospira* sp. "a". Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

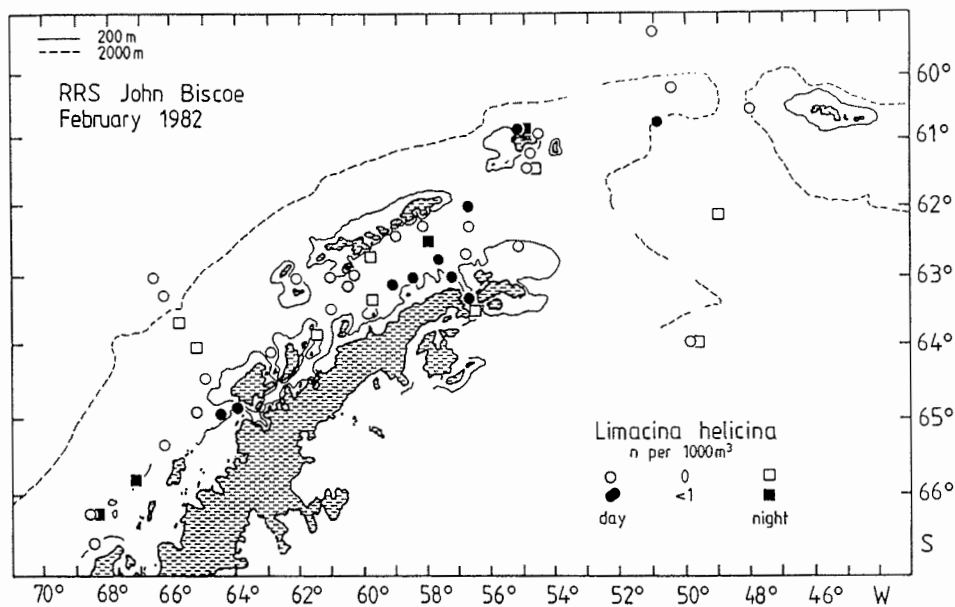


Abb. 4.9: *Limacina helicina*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

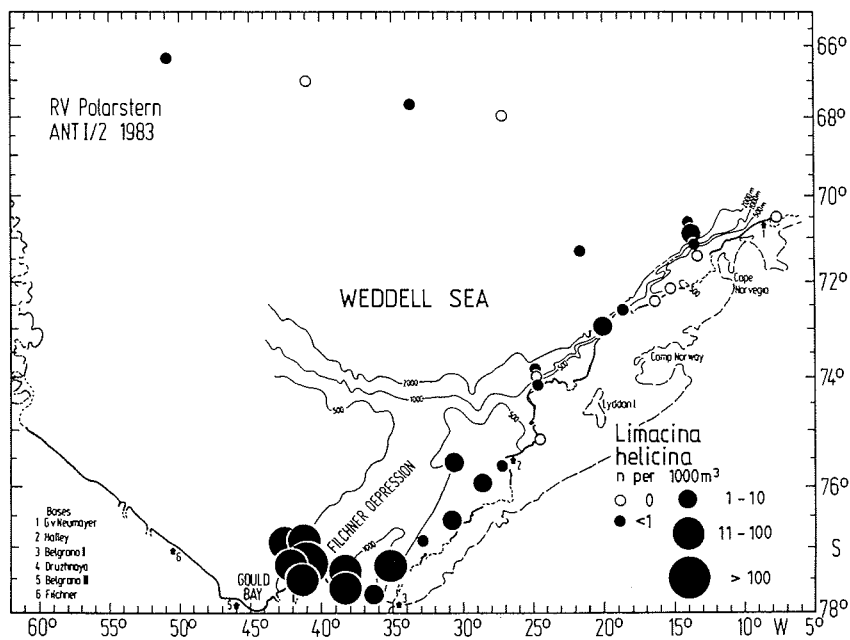


Abb. 4.10: *Limacina helicina*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

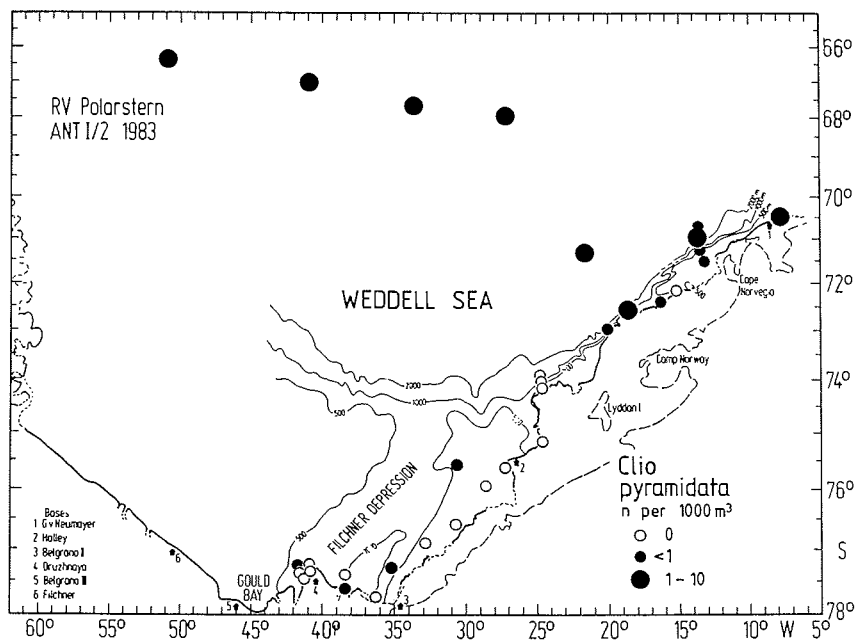


Abb. 4.11: *Clio pyramidata*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

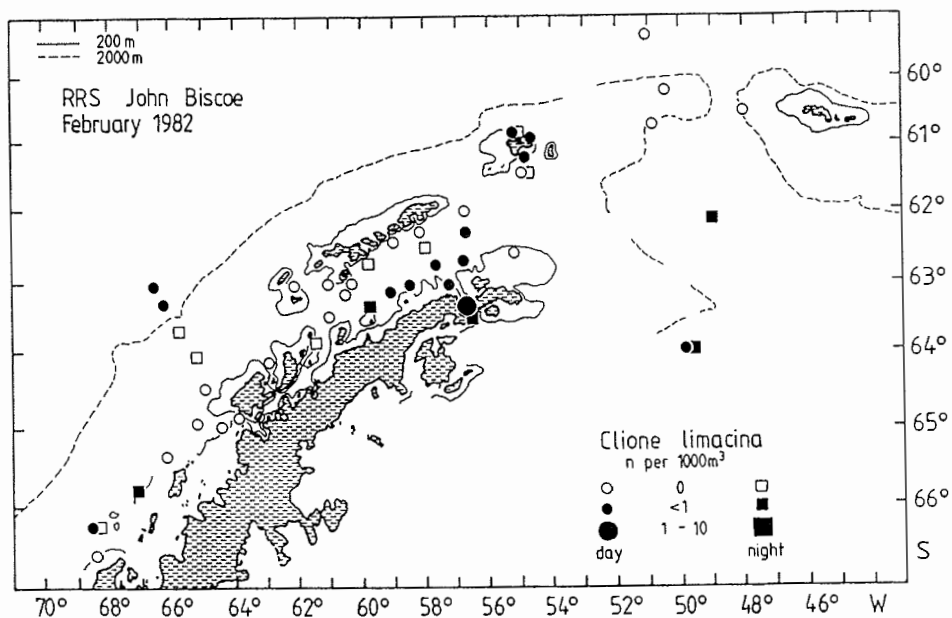


Abb. 4.12: *Clione limacina*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

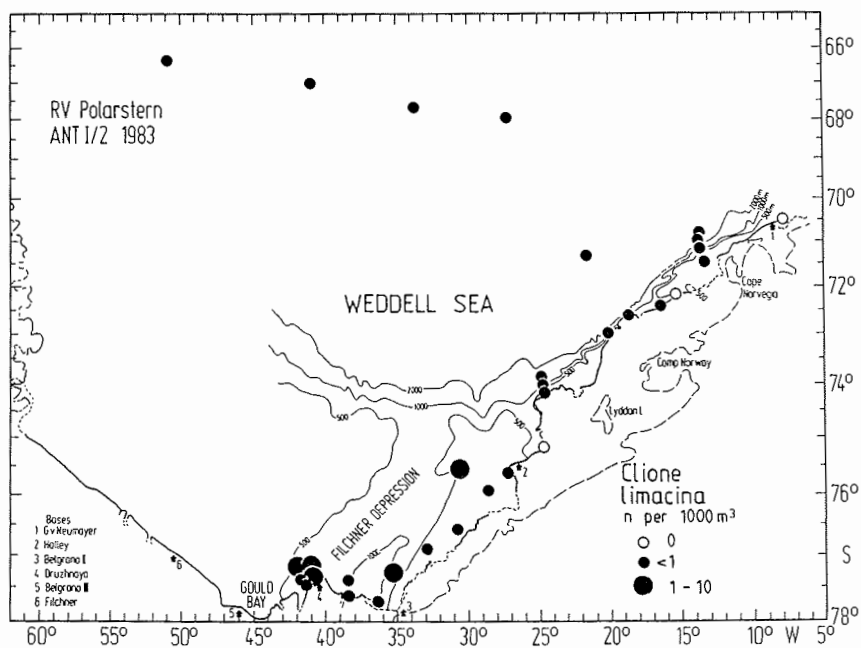


Abb. 4.13: *Clione limacina*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.



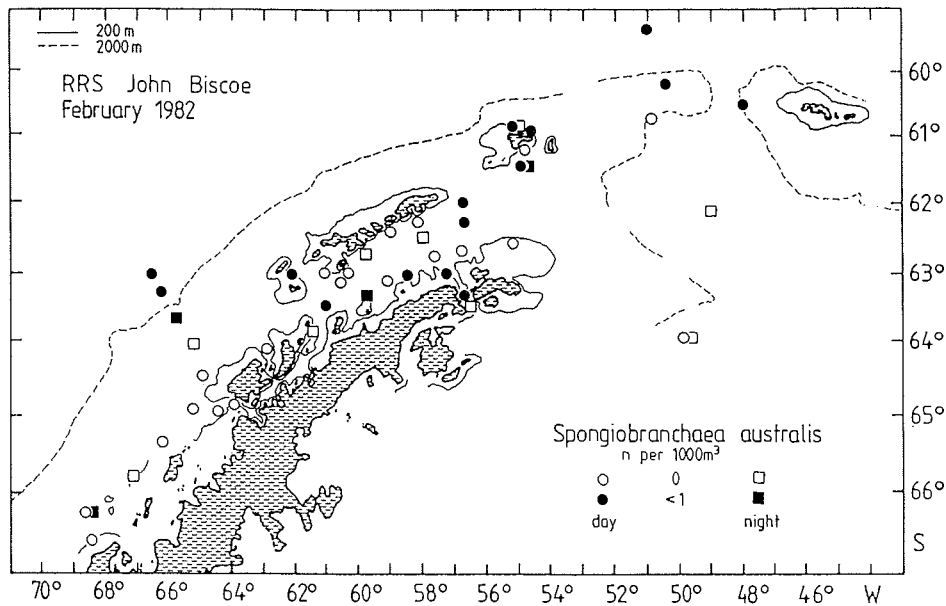


Abb. 4.14: *Spongiobranchea australis*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

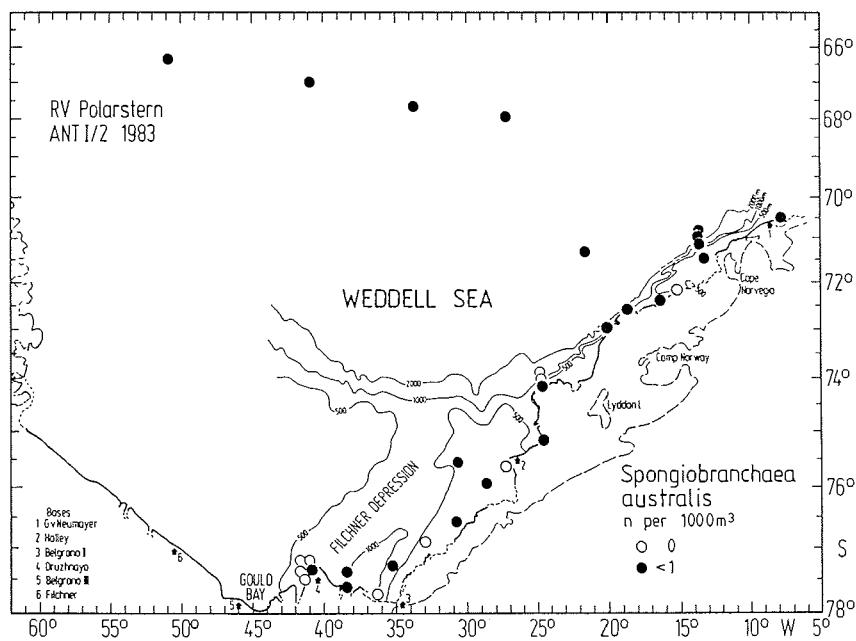


Abb. 4.15: *Spongiobranchea australis*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

Tab. 4.3: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\tilde{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der Gastropoden auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Median $\tilde{x}$	Abundanz arithm. M. $\bar{x}$	d. Abundanzen $\pm s$	Var.koeff. V	Präsenz P (%)	mittlere Median $\tilde{x}$	Abundanz arithm. M. $\bar{x}$	d. Abundanzen $\pm s$	Var.koeff. V	Präsenz P (%)
Echinospira sp. "a"	<0.10	<0.10	0.02	0.40	17	2.00	4.87	6.13	1.26	78
Limacina helicina	<0.10	<0.10	0.08	0.99	28	1.50	20.86	37.05	1.78	75
Clio pyramidata	<0.10	<0.10	0.07	0.84	14	0.90	1.52	1.73	1.14	53
Clione limacina	0.25	0.33	0.31	0.93	39	0.50	0.76	0.91	1.20	91
Spongiobr. australis	<0.10	0.11	0.09	0.81	42	<0.10	0.11	0.08	0.78	69

#### 4.1.4. Cephalopoden

Nur subadulte Tiere dieser im antarktischen Epipelagial sehr seltenen Gruppe treten in den RMT 8-Fängen auf. Die vier gefangenen Arten gehören zur Ordnung Teuthoidea, deren Vertreter ausschließlich pelagisch leben ("squids"):

Teuthoidea (Unterordnung Oegopsida)

\*Brachioteuthis picta CHUN 1910

\*Psychroteuthis glacialis THIELE 1921

Alluroteuthis antarcticus ODHNER 1923

Galiteuthis glacialis (CHUN 1906)

Alluroteuthis antarcticus tritt im Oberflächenwasser an der Antarktischen Halbinsel nicht auf. In der Weddell See wird diese Art mit Einzel Exemplaren nur gelegentlich im ozeanischen Teil sowie am östlichen Schelfhang angetroffen.

Verbreitung und Abundanzen des cranchiiden "squid" Galiteuthis glacialis sind für die Weddell See in Abb. 4.16 dargestellt. Auch diese Art, von den angetroffenen "squids" die häufigste, konzentriert sich mit geringen Abundanzen auf die ozeanischen Stationen. An der Antarktischen Halbinsel gelingen positive Fänge nur in der südlichen Drake Passage, in der zentralen Bransfield Straße und in der nordwestlichen Weddell See.

Von den Arten Brachioteuthis picta und Psychroteuthis glacialis ist jeweils nur ein Exemplar gefangen worden: B. picta während eines Nachthols in der nördlichen Bransfield Straße (Station 1213), und P. glacialis in der östlichen Weddell See im Bereich der Schelfkante zwischen Camp Norway und Cape Norvegia (Station 211).

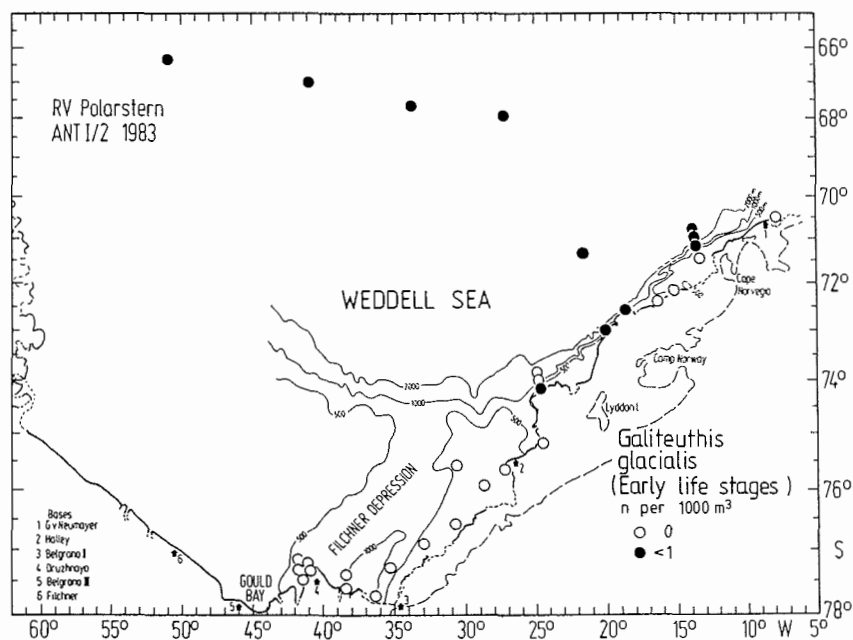


Abb. 4.16: *Galiteuthis glacialis*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

Tab. 4.4: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m³) als Median ( $\bar{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der häufigsten Cephalopoden auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)		mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)	
	Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$ $\pm s$				Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$ $\pm s$			
Alluroteuthis ant.	-	-	-	-	-	<0.10	<0.10 0.07	0.73	16	
Galiteuthis glacialis	<0.10	<0.10 0.06	0.82	17		0.10	0.15 0.13	0.85	38	

#### 4.1.5. Polychaeten

Neben fünf pelagischen Polychaeten-Arten treten in den Fängen zwei benthische Arten auf, von denen juvenile Tiere vorliegen.

Die pelagischen Arten sind:

Rhynchonereella bongraini (GRAVIER 1911)  
Vanadis antarctica MCINTOSH 1885  
Tomopteris carpenteri DE QUATREFAGES 1865  
Tomopteris sp.  
Travisiopsis levinseni SOUTHERN 1910

Die benthischen Arten sind:

Bylgides pelagica (?) MONRO 1930 (Fam. Polynoidae)  
\*Autolytus sp. (Fam. Syllidae)

Rhynchonereella bongraini wird nur in der Weddell See angetroffen, wo die Art mit sehr geringen Abundanzen ( $<1$  Ind./1000 m<sup>3</sup>) auf ozeanischen Stationen und vor dem östlichen Schelf vorkommt. Vanadis antarctica bevorzugt an der Antarktischen Halbinsel die ozeanischen Gewässer und zeigt in der Weddell See ein ähnliches Verbreitungsmuster wie R. bongraini. Die Individuendichten sind ebenfalls sehr gering ( $<1$  Ind./1000 m<sup>3</sup>).

Die Tomopteriden Tomopteris carpenteri und Tomopteris sp. (wahrscheinlich die Art Tomopteris septentrionalis) sind ebenfalls typisch ozeanische Vertreter, die nur gelegentlich in den neritischen Bereich vordringen. T. carpenteri, mit Gesamtlängen bis zu 70 mm die größte gefangene Polychaeten-Art, wird im Bereich der Antarktischen Halbinsel hauptsächlich auf von der Westwinddrift beeinflussten Stationen in der südlichen Drake Passage und der südlichen Scotia Sea angetroffen (Abb. 4.17). In der Weddell See erscheint die Art regelmäßig auf den ozeanischen Stationen, tritt aber auch vereinzelt über dem südlichen Schelf auf (Abb. 4.18).

Das Verbreitungsmuster von Tomopteris sp. ähnelt im wesentlichen dem von T. carpenteri, nur wird bei dieser Art die Präferenz für die ozeanischen Gewässer noch deutlicher (Abb. 4.19 und 4.20). Maximale Abundanzen beider Tomopteriden-Arten liegen bei 3 Ind./1000 m<sup>3</sup>.

Travisiopsis levinseni wird in der Weddell See auf vier Stationen am östlichen Schelfhang und an zwei Stationen in der zentralen Weddell See gefangen. Die Abundanzen sind mit einem Maximalwert von 0.2 Ind./1000 m<sup>3</sup> sehr niedrig. Im Oberflächenwasser an der Antarktischen Halbinsel wird T. levinseni nicht angetroffen.

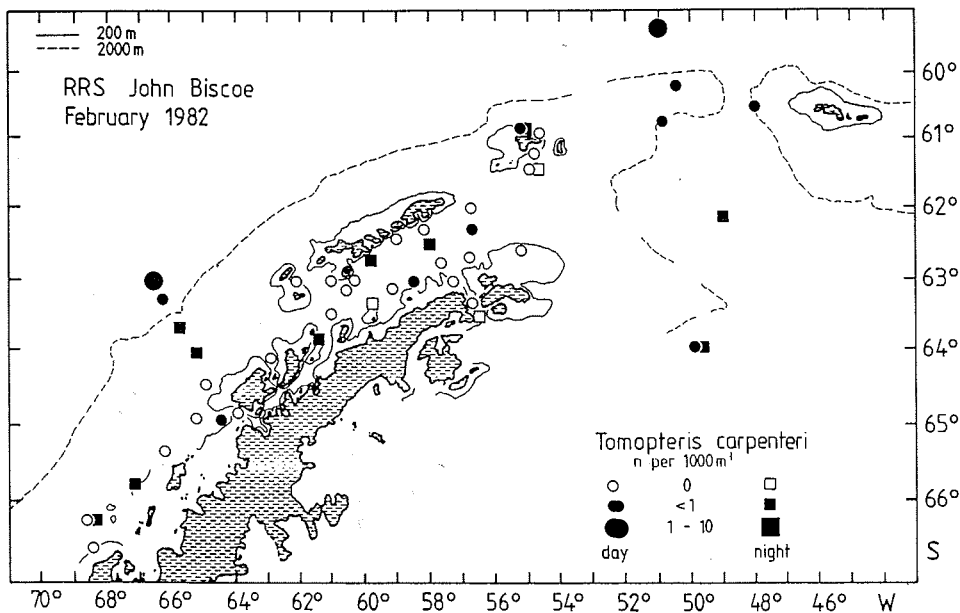


Abb. 4.17: *Tomopteris carpenteri*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

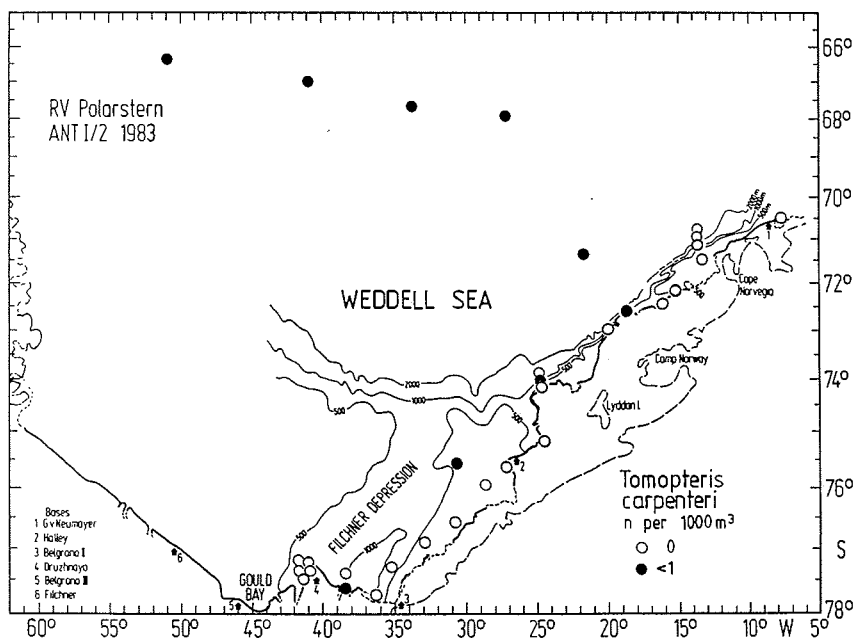


Abb. 4.18: *Tomopteris carpenteri*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

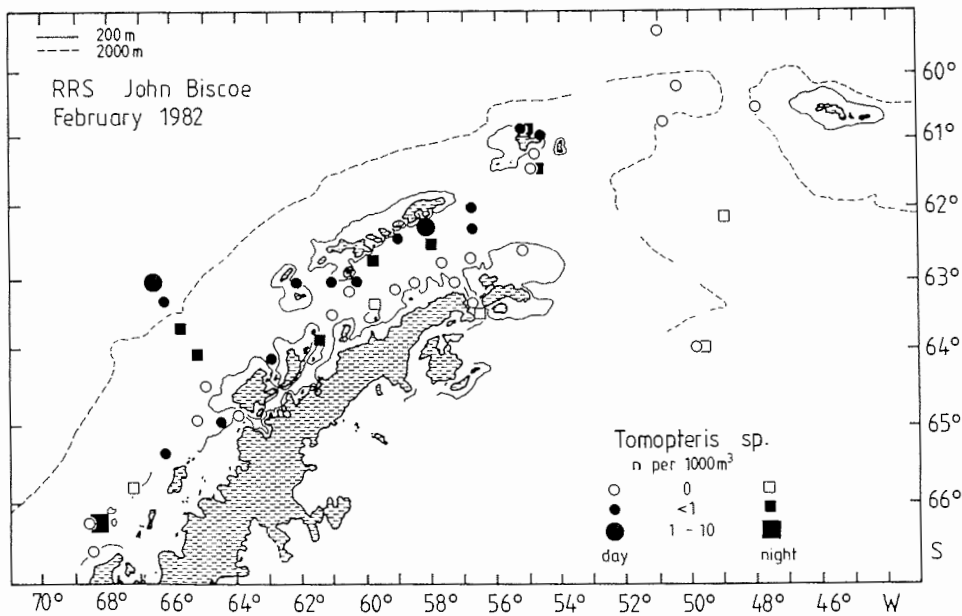


Abb. 4.19: *Tomopteris* sp. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

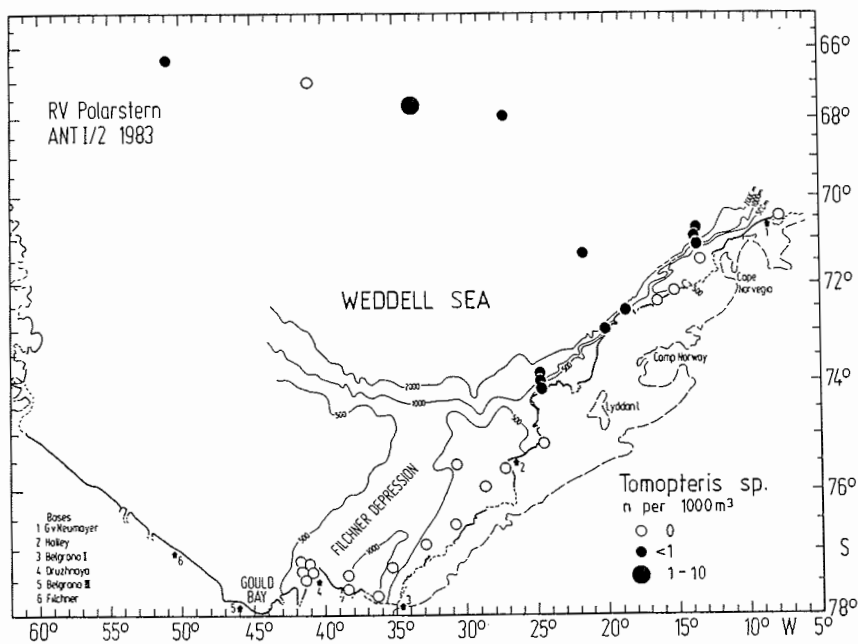


Abb. 4.20: *Tomopteris* sp. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

Die juvenilen Formen der benthischen Art Bylgides pelagica (?) treten in der Weddell See nur über dem östlichen Schelf auf. An der Antarktischen Halbinsel ist die Art nur an zwei Stationen vertreten: auf Station 992 im nördlichen Teil der Bransfield Straße und auf Station 1047 im Antarctic Sound.

Der zweite benthische Polychaet aus der Gattung Autolytus tritt zweimal an der Antarktischen Halbinsel auf: über dem 157 m flachen Schelf nördlich von Joinville Island (Station 1257) und in der südlichen Bransfield Straße (Station 1050). In der Weddell See ist die Verbreitung von Autolytus sp. auf vier Stationen über dem südlichen Schelf begrenzt. Die maximalen Abundanzen der benthischen Polychaeten sind ebenfalls sehr gering ( $\leq 1$  Ind./1000 m<sup>3</sup>).

Tab. 4.5 gibt einen statistischen Überblick über das insgesamt geringe Vorkommen von Polychaeten im Großplankton der Untersuchungsgebiete.

Tab. 4.5: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\bar{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der häufigsten Polychaeten auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz			Var.koeff. d. Abundanzen V	Präsenz P (%)	mittlere Abundanz			Var.koeff. d. Abundanzen V	Präsenz P (%)
	Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$	$\pm s$			Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$	$\pm s$		
<u>Rhynchonereella bongr.</u>	-	-	-	-	-	<0.10	0.23	0.28	1.25	28
<u>Vanadis antarctica</u>	<0.10	0.10	0.09	0.90	33	0.10	0.18	0.16	0.87	25
<u>Tomopteris carpenteri</u>	<0.10	0.41	0.69	1.47	31	<0.10	<0.10	0.05	0.75	28
<u>Tomopteris sp.</u>	<0.10	0.49	0.89	1.83	39	0.20	0.30	0.34	1.12	38
<u>Travislopsis levinseni</u>	-	-	-	-	-	<0.10	0.10	0.07	0.71	22
<u>Autolytus sp.</u>	-	0.13	0.11	0.85	6	<0.10	<0.10	0.06	0.80	13
<u>Bylgides pelagica</u> (?)	-	<0.10	0.06	0.77	6	0.20	0.15	0.08	0.52	19

#### 4.1.6 Mysidaceen

Bis auf eine Ausnahme gehören alle gefangenen Mysidaceen in die Gattung Antarctomysis. An der Antarktischen Halbinsel wird in den Standardfängen nur ein Exemplar angetroffen (auf Station 1010 in der nördlichen Bransfield Straße). In der Weddell See tritt Antarctomysis sp. an drei östlichen Schelfstationen, in der Gould Bay und an einer ozeanischen Station auf (Abb. 4.21).

Auf der nördlichsten Station in der Weddell See (Station 236) gelingt ein Fang der sehr seltenen Art Euchaetomera zurstrasseni (ILLIG 1906).

Die statistischen Werte für Antarctomysis sp. werden zusammen mit denen der Euphausiaceen in Tab. 4.7 dargestellt.

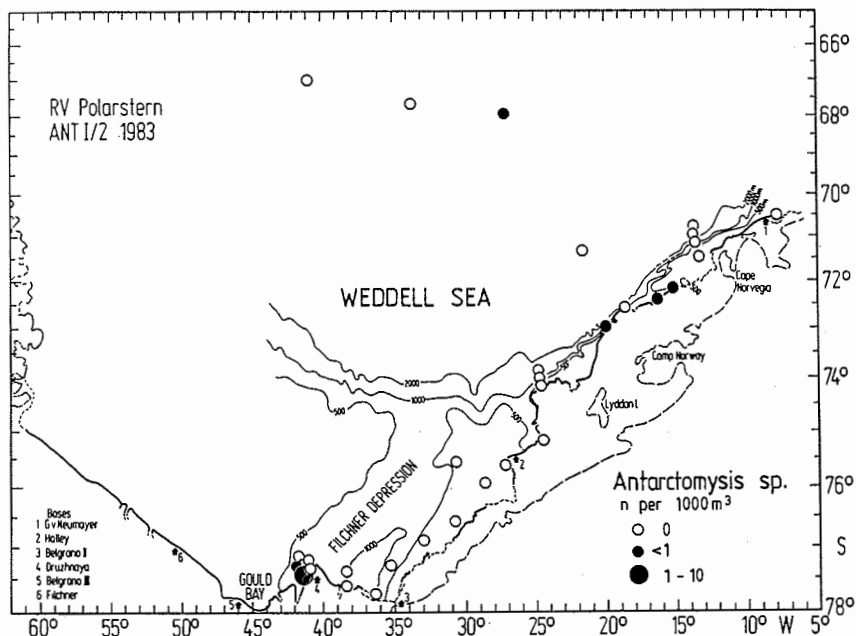


Abb. 4.21: *Antarctomysis* sp. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

#### 4.1.7. Amphipoden

In den RMT 8-Fängen im antarktischen Oberflächenwasser sind die Amphipoden die artenreichste Gruppe. Fünfzehn Gammariden- und zwölf Hyperiid- Arten werden nachgewiesen:

##### Gammaridea

- \**Polycheria antarctica* (STEBBING 1875)
- Eusirus antarcticus* THOMSON 1880
- Eusirus microps* WALKER 1906
- Eusirus propeperdentatus* ANDRES 1978
- \**Eusirus* sp.
- \**Cheirimedon fougneri* WALKER 1903
- Cheirimedon* sp. n. ANDRES (in Druck)
- Cyphocaris richardi* CHEVREUX 1905
- Orchomene plebs* (HURLEY 1965)
- Orchomene rossi* (WALKER 1903)
- \**Orchomenella hiata* (?) ANDRES 1983
- \**Orchomenella pinguides* WALKER 1903
- \**Uristes gigas* DANA 1852
- \**Oediceroides* spp.
- Epimeriella macronyx* WALKER 1907



## Hyperiidea

### \*Scina sp.

Vibilia propinqua STEBBING 1888

Cyllopus lucasii BATE 1862

### \*Cyllopus magellanicus DANA 1853

Hyperia macrocephala (DANA 1853)

### \*Hyperia sp.

Hyperiella antarctica BOVALLIUS 1887

Hyperiella dilatata STEBBING 1888

Hyperiella macronyx (WALKER 1906)

Hyperoche medusarum KROYER 1838

Themisto gaudichaudii GUÉRIN 1828

Primno macropa GUÉRIN-MÉNÉVILLE 1836

Bei den sehr grundnahen Hols in den flachen Schelfgebieten an der Antarktischen Halbinsel sind einige Gammariden-Arten mit epibenthischer Lebensweise in die Fänge geraten. Hierzu gehören Polycheria antarctica, die im Antarctic Sound (Station 1047) einmal angetroffen wird, und mehrere Vertreter der Gattung Oediceroides, die im Antarctic Sound (Stationen 1047 und 1250) und auf dem 200 m flachen Schelf der südlichen Bransfield Straße (Station 1058) gefangen werden. Alle anderen Gammariden sind aber eindeutig pelagische Formen.

Geographische Verbreitung und Abundanzen der Eusiriden Eusirus microps und Eusirus propeperdentatus zeigen die Abb. 4.22 bis 4.24. Eusirus antarcticus (ohne Abb.) tritt in der Weddell See an zwei ozeanischen Stationen und einmal an der östlichen Schelfkante auf (Station 206). Eine weitere nicht eindeutig identifizierte Art, Eusirus sp., wird nur einmal an der Antarktischen Halbinsel auf dem südlichen Schelf von Anvers Island (Station 1174) angetroffen. Die Verbreitung von E. microps und E. propeperdentatus an der Antarktischen Halbinsel erstreckt sich auf die Schelf- bzw. schelfnahen Stationen sowie auf einige Stationen in der nördlichen Bransfield Straße (Abb. 4.22). Die Abundanzen beider Arten sind gering ( $\leq 1$  Ind./1000 m<sup>3</sup>). In der Weddell See haben sie ihre Verbreitungsschwerpunkte über dem südlichen Schelf (Abb. 4.23 und 4.24). E. microps erscheint auch vereinzelt über dem östlichen Schelf und an einer Station in der zentralen Weddell See. Im Bereich der Gould Bay ist E. propeperdentatus eine der dominierenden Arten des Makroplanktons. Ihre maximale Abundanz (14 Ind./1000 m<sup>3</sup>) erreicht sie im Oberflächenfang der Station 161.

Unter den Lysianassiden sind Orchomene plebs, Orchomene rossi, Cyphocaris richardi und eine neue, noch zu beschreibende Art, Cheirimedon sp. n. (ANDRES; in Vorb.) die häufigsten Vertreter. Ihre Verbreitungen zeigen die Abb. 4.25 bis 4.30.

An der Antarktischen Halbinsel kommt C. richardi an vier Stationen in der Bransfield Straße vor (Abb. 4.30). In der Weddell See tritt die Art nur einmal auf (Station 213). Die positiven Fänge von O. plebs und O. rossi konzentrieren sich an der Antarktischen Halbinsel hauptsächlich auf die nördliche Bransfield Straße (Abb. 4.25 und 4.27). In der Weddell See besiedeln die Arten die südlichen Schelfregionen, das Verbreitungsgebiet von O. rossi dehnt sich bis über den östlichen Schelf aus

(Abb. 4.26 und 4.28). Maximale Abundanzen liegen für beide Arten in den tiefen Fängen der Standard-Stufenholts bei 2 bis 6 Ind./1000 m<sup>3</sup>. Für die integrierten Standardstationen sind die Abundanzwerte aber stets geringer als 1 Ind./1000 m<sup>3</sup>.

Die neue Art der Gattung *Cheirimedon* (Abb. 4.29) tritt nur in der Weddell See auf: mehrmals auf dem südlichen Schelf und einmal am östlichen Schelfrand (Station 211).

Folgende Arten der Lysianassiden kommen nur sporadisch vor: *Cheirimedon fougneri* einmal in der Atka Bay (Station 218, östlicher Schelf der Weddell See), *Orchomenella hiata* mit einem Exemplar auf dem südlichen Schelf der Weddell See (Station 152), *Orchomenella pinguides* zweimal auf dem östlichen Schelf der Weddell See (Stationen 213 und 218), und *Uristes gigas* zweimal an der Antarktischen Halbinsel (Station 1058 in der Bransfield Straße und Station 1097 auf dem nördlichen Schelf der Antarktischen Halbinsel) sowie einmal in der Weddell See (Station 213, östlicher Schelf).

Die Abb. 4.30 und 4.31 zeigen Abundanzen und Verbreitung von *Epimeriella macronyx*, einer Art, die in die Familie der Paramphithoidae gehört. Sie kommt auf den schelfnahen Stationen an der Antarktischen Halbinsel nur sehr vereinzelt vor (Abb. 4.30), während sie in der Weddell See, wo die Verbreitung auf den südlichen Schelf begrenzt ist, neben *E. propeperdentatus* die häufigste Gammariden-Art darstellt (Abb. 4.31). Ihre maximale Abundanz liegt dort bei 3 Ind./1000 m<sup>3</sup> (Station 171).

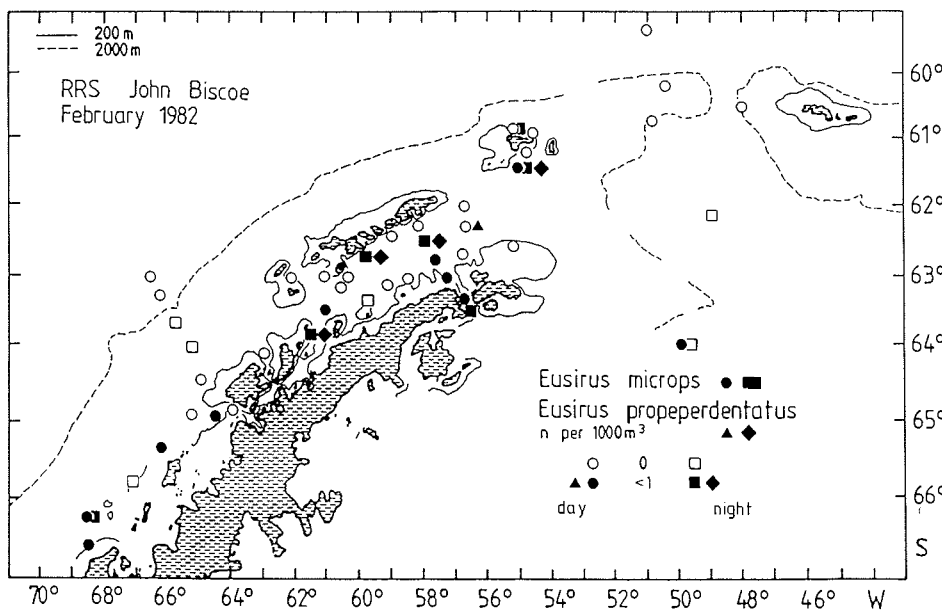


Abb. 4.22: *Eusirus microps*, *Eusirus propeperdentatus*. Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

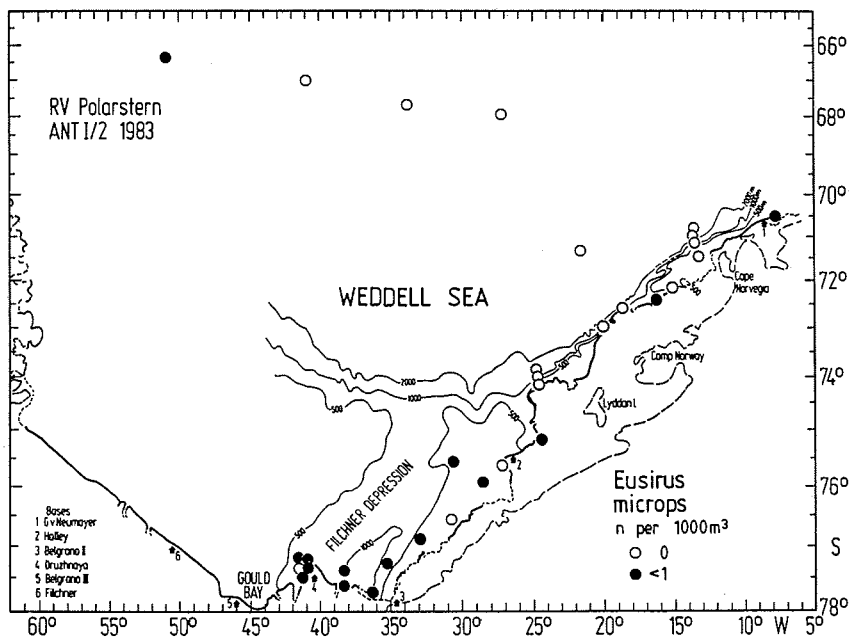


Abb. 4.23: *Eusirus microps*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

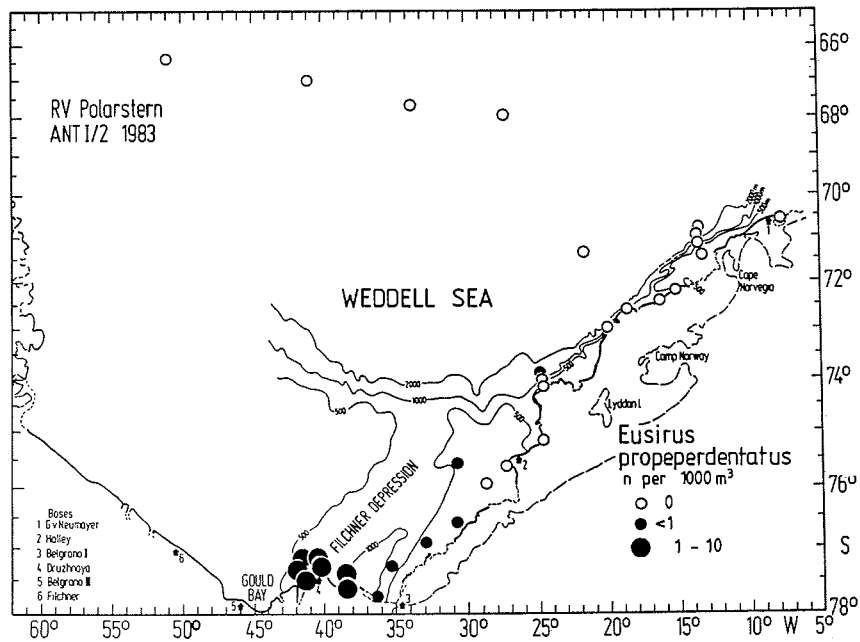


Abb. 4.24: *Eusirus propeperdentatus*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

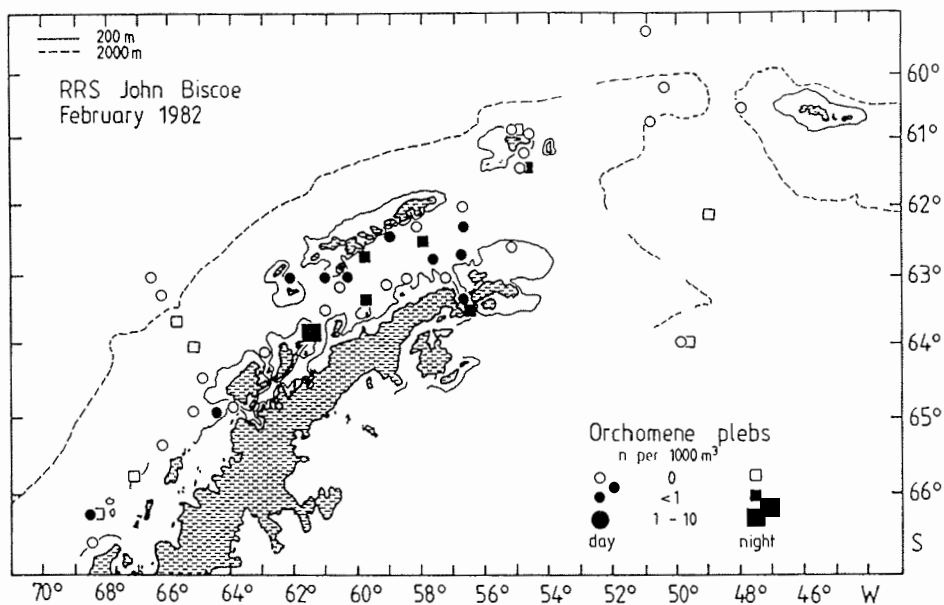


Abb. 4.25: Orchomene plebs. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

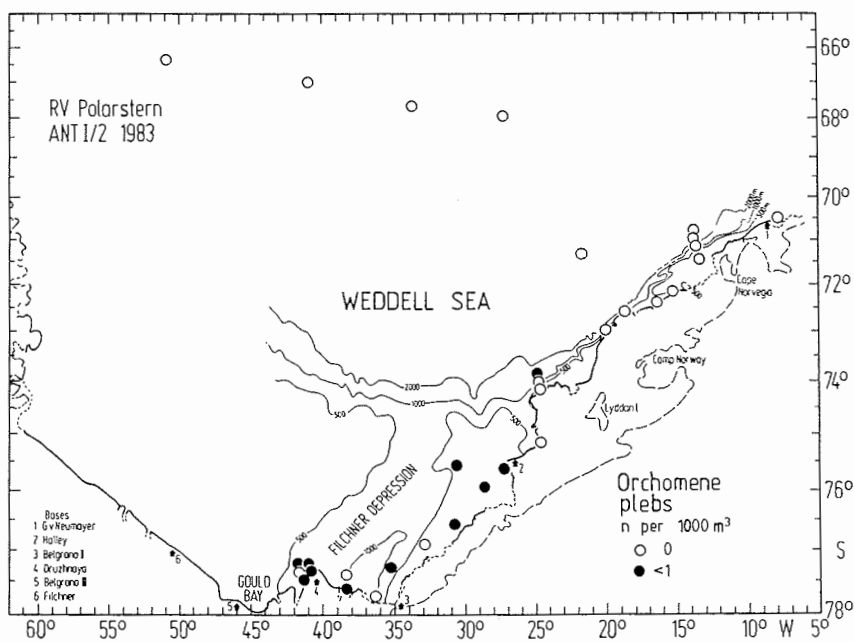


Abb. 4.26: Orchomene plebs. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

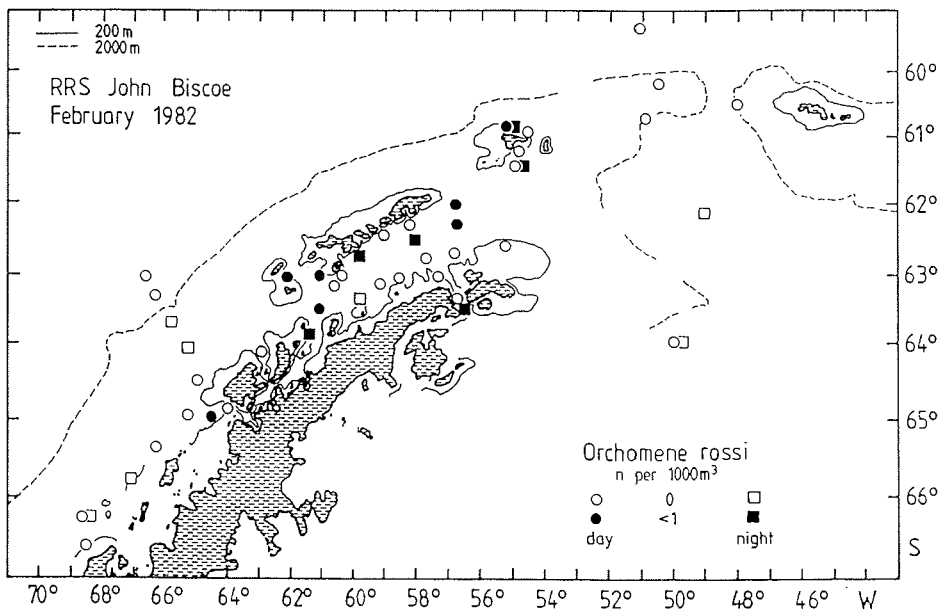


Abb. 4.27: *Orchomene rossi*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

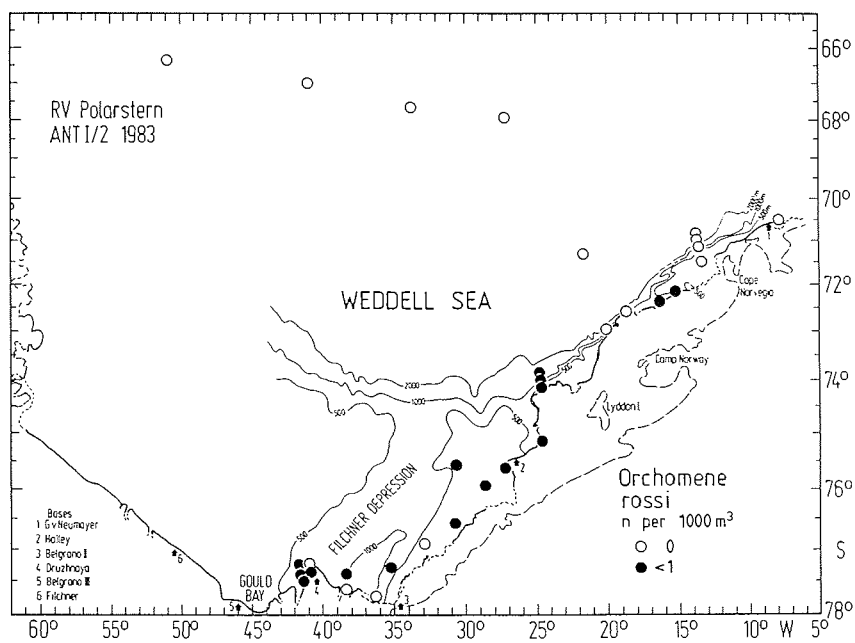


Abb. 4.28: *Orchomene rossi*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

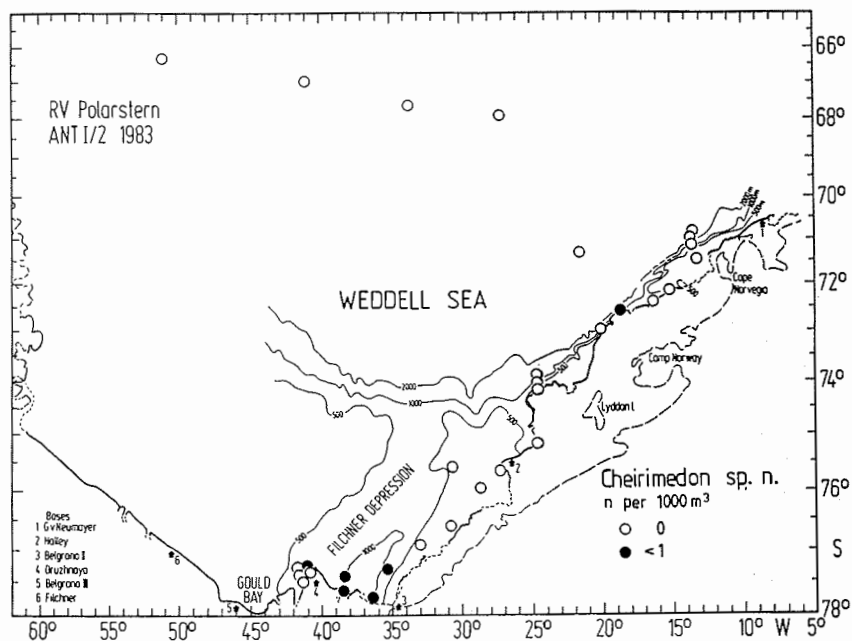


Abb. 4.29: *Cheirimedon* n. sp.. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

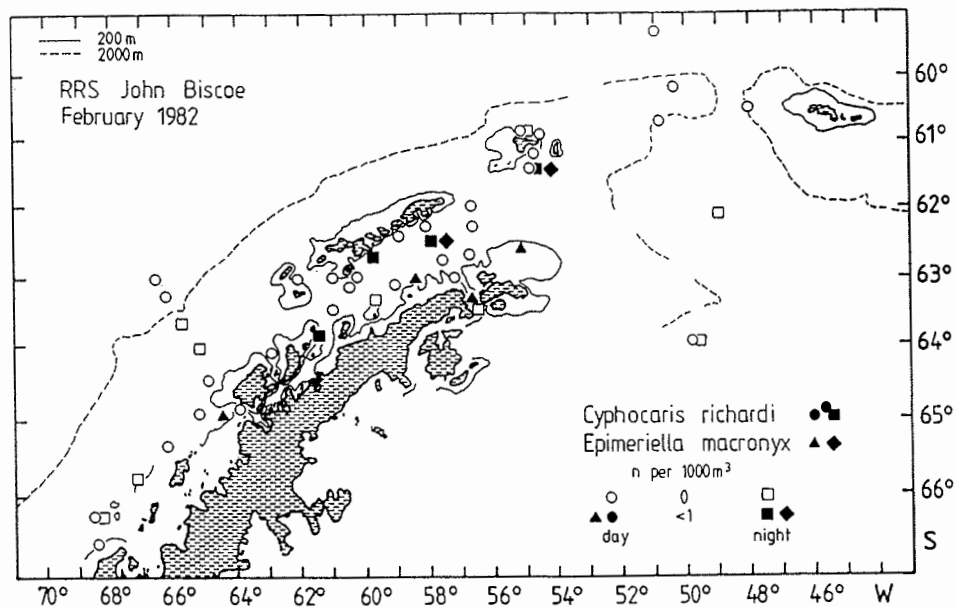


Abb. 4.30: *Cyphocaris richardi*, *Epimeriella macronyx*. Abundanzen und geographische Verbreitung an der Antarktischen Halbinsel.

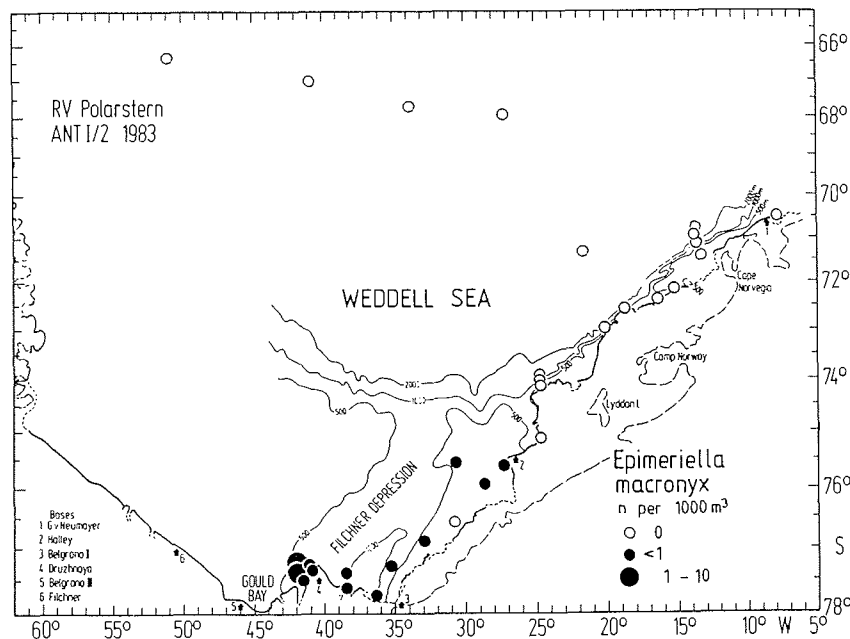


Abb. 4.31: *Epimeriella macronyx*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

Unter den Hyperiidien ist *Themisto gaudichaudii* an der Antarktischen Halbinsel die eindeutig dominierende Art (Abb. 4.32). Sie fehlt nur auf den Stationen in der nordwestlichen Weddell See und im Antarctic Sound. In der südlichen Bransfield Straße, die unter dem Einfluß des Weddell See Wassers steht, sind ihre Abundanzen relativ gering. Ansonsten ist sie mit teilweise sehr hohen Anzahlen im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet. Die maximale Individuendichte wird mit 810 Ind./1000 m³ im Oberflächenfang in der nördlichen Bellingshausen See (Station 1121) gemessen. In der Weddell See hingegen wird *T. gaudichaudii* im Februar/März 1983 überhaupt nicht angetroffen.

Die maximalen Abundanzen aller anderen Hyperiidien sind geringer als 10 Ind./1000 m³. *Vibilia propinqua* (Abb. 4.33) wird an der Antarktischen Halbinsel nur auf ozeanischen Stationen sowie gelegentlich in der Bransfield Straße gefangen. In der Weddell See (ohne Abb.) kommt die Art nur auf einer ozeanischen Station vor (Station 230).

*Cylopus lucasii* zeigt in beiden Untersuchungsgebieten leichte Präferenzen für die ozeanischen Stationen (Abb. 4.34 und 4.35). In den Schelfregionen tritt die Art nur sporadisch auf. *Cylopus magellanicus* (ohne Abb.) ist wesentlich seltener. Die Art wird an der Antarktischen Halbinsel nur einmal angetroffen (Station 1084 in der südlichen Drake Passage). In der Weddell See erscheint sie in zwei Fängen (Station 153 auf dem südlichen Schelf und Station 228 in der zentralen Weddell See).

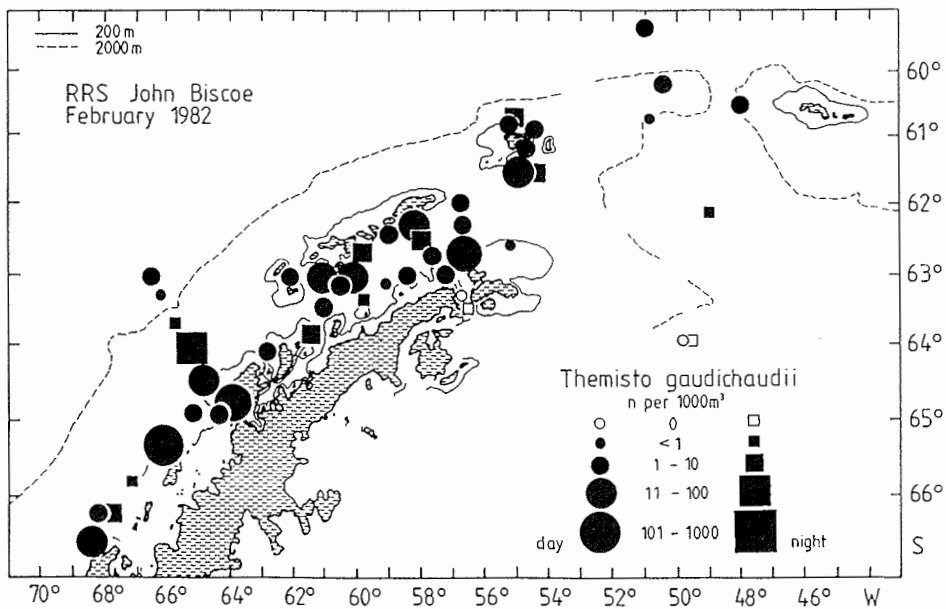


Abb. 4.32: *Themisto gaudichaudii*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

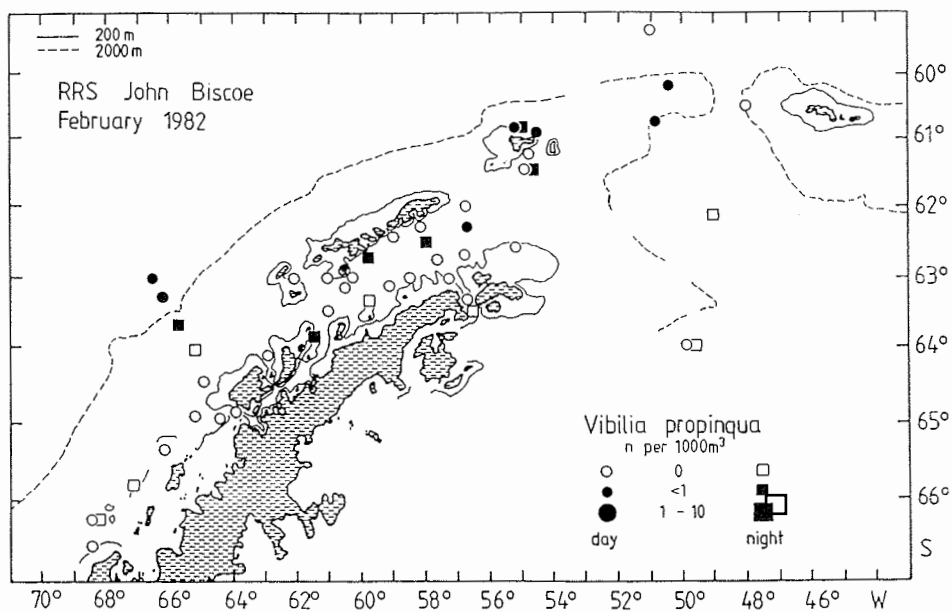


Abb. 4.33: *Vibilia propinqua*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.



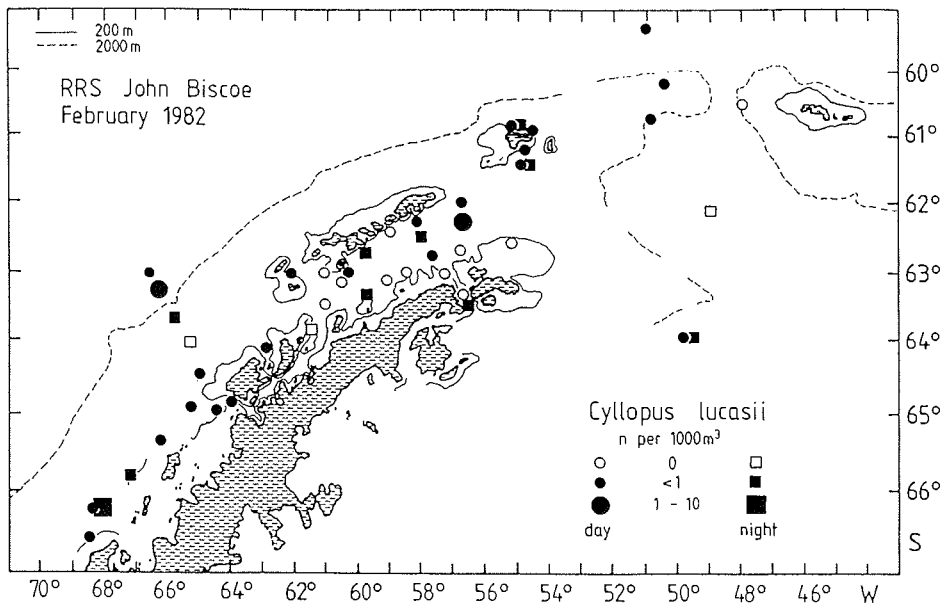


Abb. 4.34: *Cyllopus lucasii*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

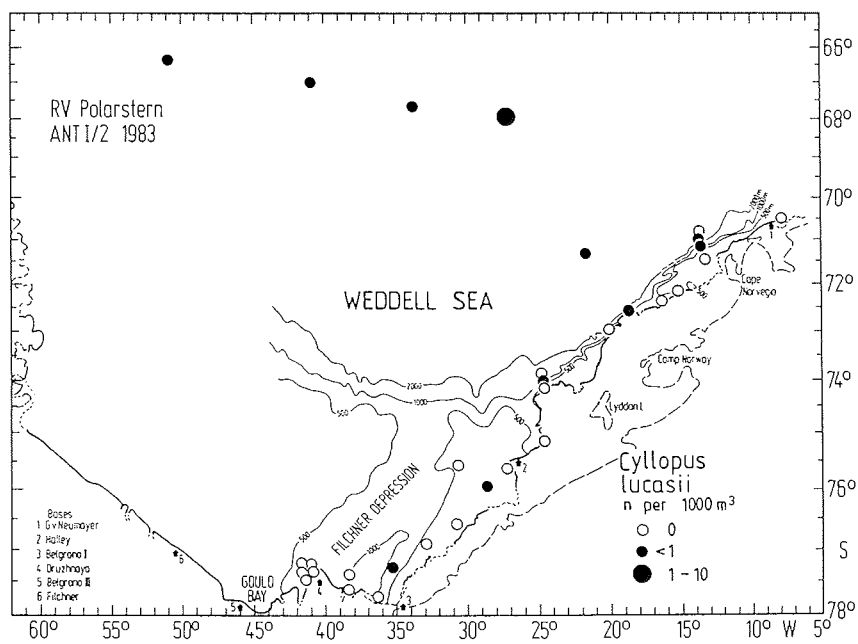


Abb. 4.35: *Cyllopus lucasii*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

*Hyperia macrocephala* erscheint im Bereich der Antarktischen Halbinsel auf etwa einem Drittel der Standardstationen (Abb. 4.36). Ein Verbreitungsschwerpunkt läßt sich nicht erkennen. In der Weddell See (ohne Abb.) ist *H. macrocephala* sehr selten. Hier werden drei Tiere in einem Hol auf dem südlichen Schelf gefangen (Station 153), und ein Exemplar vor der östlichen Schelfregion (Station 223).

Im Bereich der Halley Divergenz (Stationen 199, 204) gelangen zwei Fänge von Exemplaren der Gattung *Hyperia*, die wahrscheinlich eine neue Art darstellen, und deren Beschreibung noch aussteht (WEIGMANN-HAASS; in Vorb.).

*Hyperietta antarctica* zeigt in der Verbreitung an der Antarktischen Halbinsel eine deutliche Präferenz für die ozeanischen Stationen (Abb. 4.37). In der Weddell See kommt diese Art nicht vor. *Hyperietta dilatata* ist in beiden Untersuchungsgebieten sehr gleichmäßig verteilt (Abb. 4.38 und 4.39). Das gleiche gilt für *Hyperietta macronyx* (Abb. 4.38 und 4.40), jedoch fehlt diese Art in der Weddell See auf den östlichen, schelfnahen Stationen.

*Hyperoche medusarum* kommt an der Antarktischen Halbinsel auf etwa einem Viertel der Stationen vor, Präferenzen in der geographischen Verbreitung sind nicht ersichtlich (Abb. 4.41). In der Weddell See ist *H. medusarum* dünn, aber sehr gleichmäßig verbreitet (Abb. 4.42). Die Art fehlt dort nur an wenigen Stationen, insbesondere in der Gould Bay.

*Primno macropa* läßt an der Antarktischen Halbinsel keine Verbreitungsschwerpunkte erkennen (Abb. 4.43). In der Weddell See fehlt die Art auf dem südlichen Schelf und auf den flachen Schelfstationen im Nordosten (Abb. 4.44). An der Antarktischen Halbinsel wird ein nicht näher identifiziertes Exemplar der Gattung *Scina* in der nördlichen Bransfield Straße (Station 1239) gefangen. In der Weddell See tritt *Scina* sp. vor dem östlichen Schelf (Station 211) und in der zentralen Weddell See auf (Station 230). Die, abgesehen von *T. gaudichaudii*, relativ niedrigen mittleren Abundanzen und Präsenzwerte der wichtigsten Arten zeigt Tab. 4.6.

Tab. 4.6: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\bar{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der häufigsten Amphipoden auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$	Var.koeff. d. Abundanzen $\pm s$	Präsenz d. Abundanzen V	Präsenz P (%)	mittlere Abundanz Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$	Var.koeff. d. Abundanzen $\pm s$	Präsenz d. Abundanzen V	Präsenz P (%)
<i>Eusirus microps</i>	<0.10	<0.10	0.02	0.29	28	<0.10	0.14	0.12	0.85	47
<i>E. propeperdentatus</i>			----	#	3	1.00	1.90	2.25	1.19	41
<i>Orchomene plebs</i>	<0.10	<0.10	0.05	0.73	28	0.10	0.15	0.13	0.92	34
<i>Orchomene rossi</i>	<0.10	0.11	0.10	0.95	19	0.10	0.17	0.22	1.33	50
<i>Epimeriella macronyx</i>	<0.10	<0.10	0.08	0.86	11	0.50	0.62	0.66	1.07	41
<i>Vibilia propinqua</i>	0.20	0.23	0.23	0.99	19	-	1.60	2.05	1.32	6
<i>Cyrtopus lucasii</i>	<0.10	0.20	0.27	1.38	69	0.20	0.43	0.58	1.35	34
<i>Hyperia macrocephala</i>	<0.10	<0.10	0.05	0.77	22	-	<0.10	0.04	0.57	6
<i>Hyperietta antarctica</i>	0.18	0.30	0.35	1.18	11	-	-	-	-	-
<i>Hyperietta dilatata</i>	<0.10	0.12	0.13	1.15	33	<0.10	0.15	0.20	1.32	72
<i>Hyperietta macronyx</i>	-	<0.10	0.05	0.73	6	<0.10	<0.10	0.06	0.66	41
<i>Hyperoche medusarum</i>	<0.10	<0.10	0.05	0.71	22	<0.10	0.11	0.12	1.16	66
<i>Themisto gaudichaudii</i>	4.00	18.18	54.59	3.00	94	-	-	-	-	-
<i>Primno macropa</i>	0.10	0.18	0.20	1.15	61	0.40	0.47	0.51	1.08	41

# *Eusirus propeperdentatus* erscheint nur einmal in den Tagfängen.

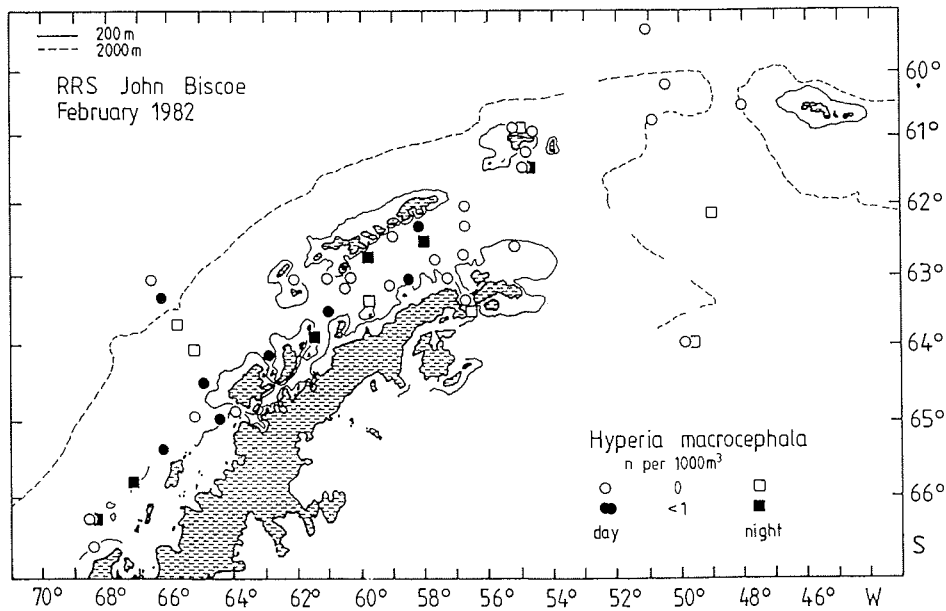


Abb. 4.36: *Hyperia macrocephala*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

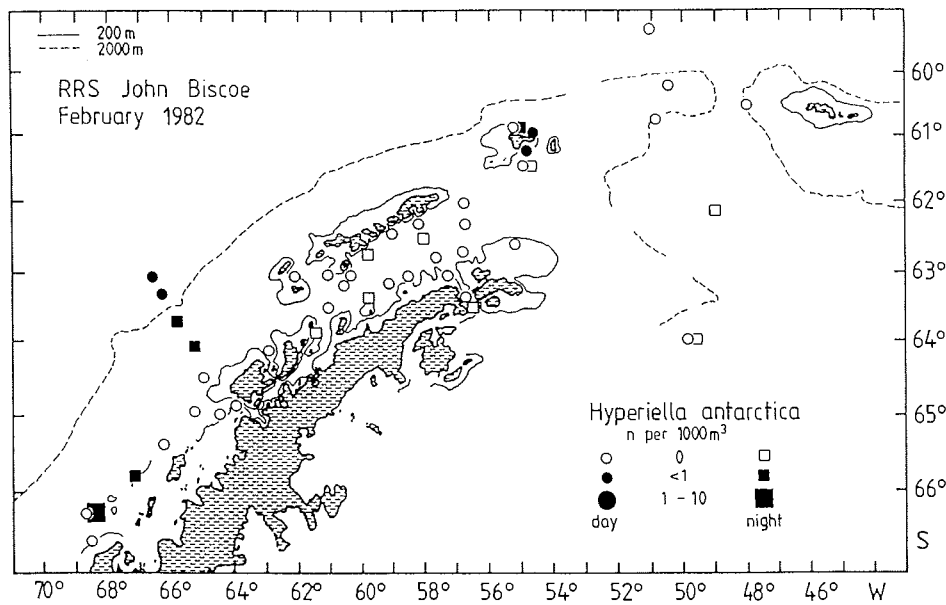


Abb. 4.37: *Hyperiella antarctica*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

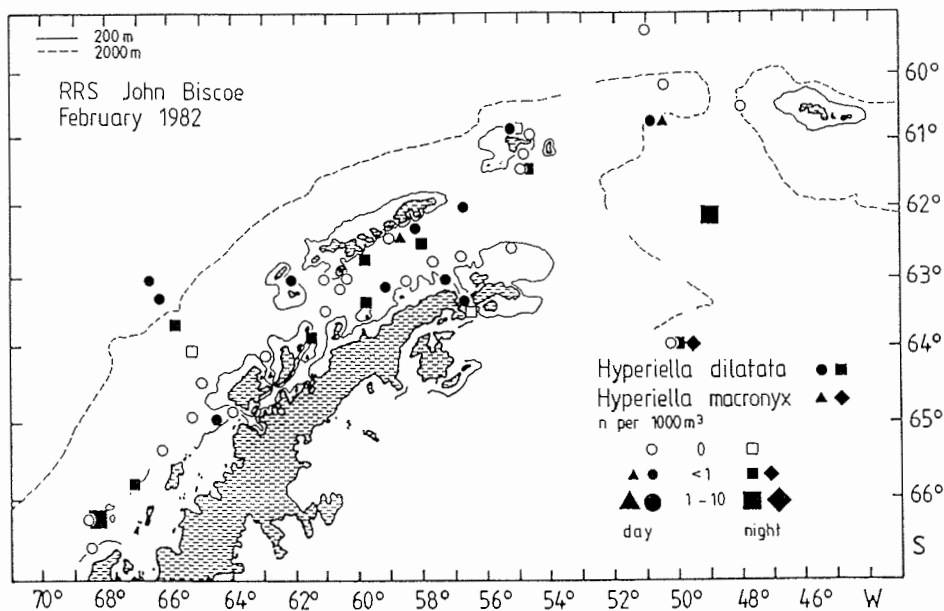


Abb. 4.38: *Hyperiella dilatata*, *Hyperiella macronyx*. Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

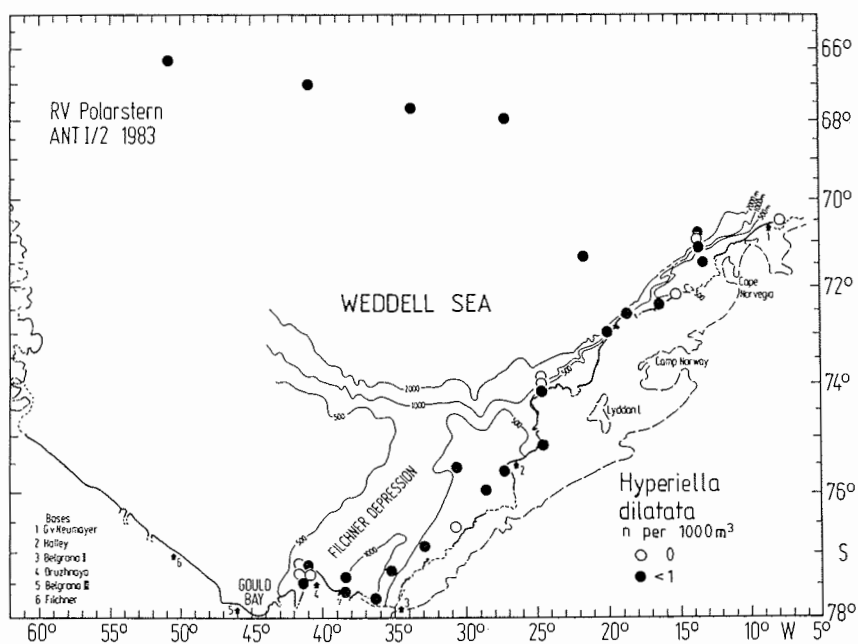


Abb. 4.39: *Hyperiella dilatata*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell Sea.

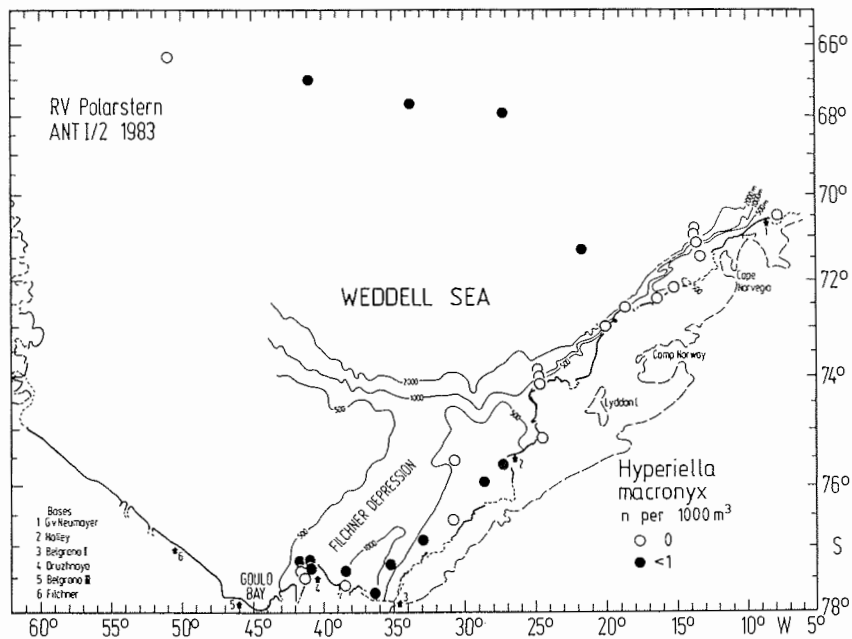


Abb. 4.40: *Hyperiella macronyx*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

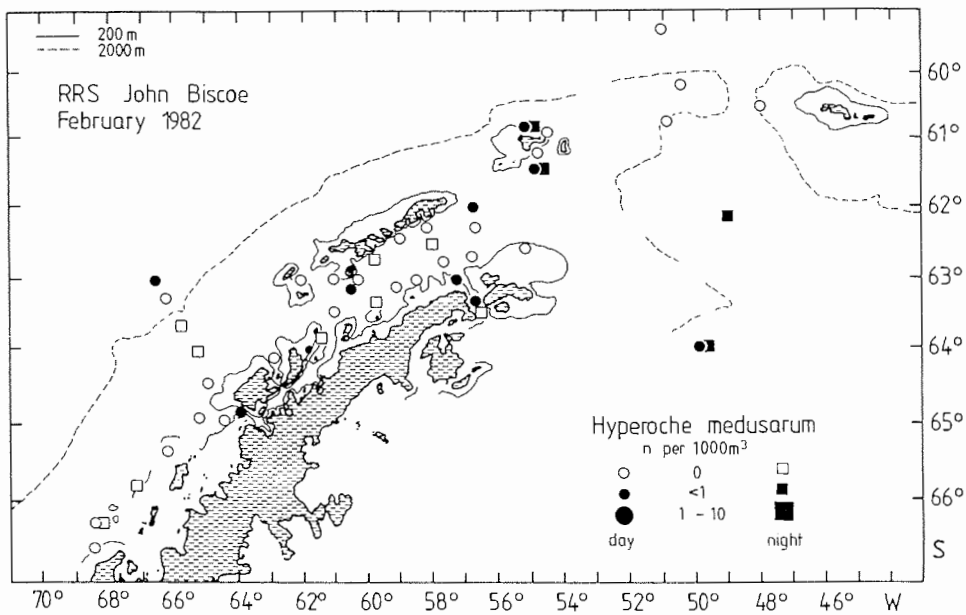


Abb. 4.41: *Hyperoche medusarum*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

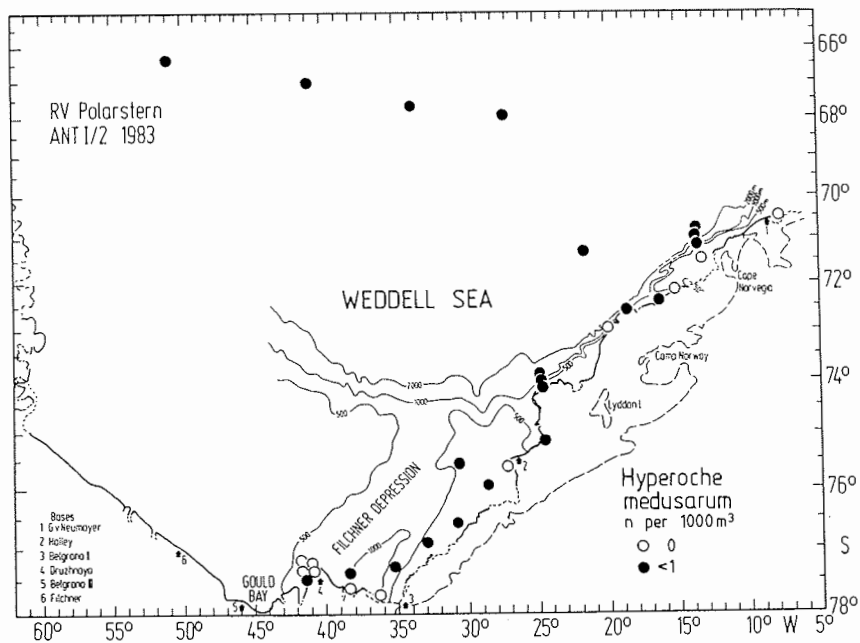


Abb. 4.42: *Hyperoche medusarum*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

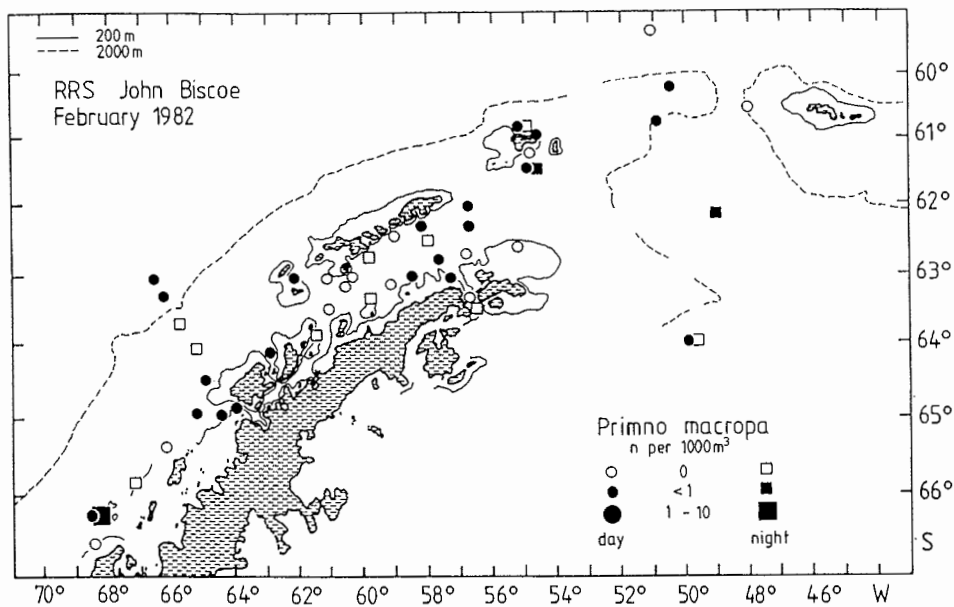


Abb. 4.43: *Primno macropa*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

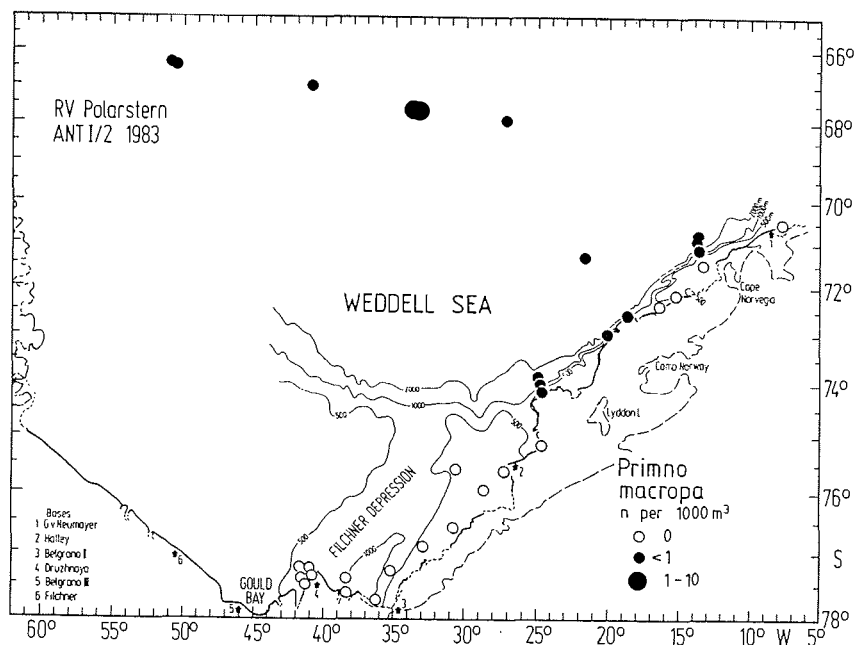


Abb. 4.44: *Primno macropa*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

#### 4.1.8. Euphausiaceen

In den RMT 8-Fängen treten adulte und juvenile Tiere von fünf in der Antarktis endemischen Euphausiaceen-Arten auf:

*Euphausia superba* DANA 1850  
*Euphausia frigida* HANSEN 1911  
*Euphausia triacantha* HOLT & TATTERSALL 1906  
*Euphausia crystallorophias* HOLT & TATTERSALL 1906  
*Thysanoessa macrura* G.O. SARS 1883

*Euphausia superba*, der Antarktische Krill, ist an der Antarktischen Halbinsel die dominierende Euphausiaceen-Art, die im Februar 1982 auf jeder Station angetroffen wird (Abb. 4.45). Die maximale Konzentration von 14543 Ind./1000 m<sup>3</sup> wird im Oberflächenfang eines Nachthols in der Bellingshausen See gemessen (Station 1149). Dort und um Elephant Island liegen die Schwerpunkte der Krill-Verbreitung. In der Weddell See konzentriert sich die Verbreitung von *E. superba* auf die Stationen vor dem östlichen Schelf, die unter dem Einfluß der Ostwinddrift liegen (Abb. 4.46). Auf dem südlichen Schelf und auf den ozeanischen Stationen kommt

Krill nur sporadisch vor. Die maximale Abundanz in der Weddell See beträgt 1693 Ind./1000 m<sup>3</sup> in einem Oberflächenfang vor dem Schelfhang bei Kap Norvegia (Station 221).

*Euphausia frigida* und *Euphausia triacantha* werden nur in den Fängen an der Antarktischen Halbinsel angetroffen (Abb. 4.47 und 4.48). Sie bevorzugen das warme Tiefenwasser und erscheinen daher hauptsächlich in den untersten Fängen der ozeanischen Stationen. Die Verbreitungsschwerpunkte beider Arten liegen in der südlichen Drake Passage und nördlich von Elephant Island. Die maximalen Abundanzen betragen für *E. frigida* 81 Ind./1000 m<sup>3</sup> und für *E. triacantha* 8 Ind./1000 m<sup>3</sup>. Sie werden nördlich von Elephant Island in den untersten Fängen der 3-Stufen-Hols gemessen.

Die geographische Verbreitung von *Euphausia crystallorophias* konzentriert sich an der Antarktischen Halbinsel wie auch in der Weddell See auf die Schelfregionen (Abb. 4.49 und 4.50). Im Gegensatz zu den anderen Euphausiaceen fehlt diese Art auf den ozeanischen Stationen. In der Weddell See beträgt die maximale Konzentration 856 Ind./1000 m<sup>3</sup> (Station 215) vor Kap Norvegia. Am Schelfhang von Anvers Island (Station 1183) wird mit 510 Ind./1000 m<sup>3</sup> die höchste Konzentration an der Antarktischen Halbinsel erzielt.

*Thysanoessa macrura* erscheint an der Antarktischen Halbinsel auf fast allen Stationen mit relativ hohen Abundanzen (Abb. 4.51). Die Verbreitung ist sehr gleichförmig, Präferenzen für bestimmte Gebiete sind nicht zu erkennen. In der Weddell See bevorzugt *T. macrura* die ozeanischen Stationen (Abb. 4.52). Maximale Abundanzen für *T. macrura* betragen an der Antarktischen Halbinsel 1182 Ind./1000 m<sup>3</sup> (Station 1050, südliche Bransfield Straße) und in der Weddell See 112 Ind./1000 m<sup>3</sup> (Station 232, zentrale Weddell See).

Wie Tab. 4.7 zeigt, ist für das Gebiet an der Antarktischen Halbinsel der Median der Abundanzen für *T. macrura* ( $\bar{x}$  = 34,50) größer als der von *E. superba* ( $\bar{x}$  = 29,00).

Tab. 4.7: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\bar{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der Euphausiaceen sowie von *Antarctomysis* sp. auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)		mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)	
	Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$ $\pm s$				Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$ $\pm s$			
<i>Euphausia superba</i>	29.00	359.84	792.94	2.20	100	1.00	23.37	68.32	2.92	81
<i>Euphausia frigida</i>	0.30	2.17	4.29	1.98	36	-	-	-	-	-
<i>Euphausia triacantha</i>	0.15	0.36	0.42	1.15	17	-	-	-	-	-
<i>Euphausia crystalloroph.</i>	0.35	25.99	68.19	2.62	28	13.00	53.70	125.06	2.33	72
<i>Thysanoessa macrura</i>	34.50	71.63	99.28	1.39	100	0.90	5.72	15.79	2.76	75
<i>Antarctomysis</i> sp.			----#			0.20	0.35	0.38	1.08	19

# *Antarctomysis* sp. erscheint nur einmal in den Taghols.



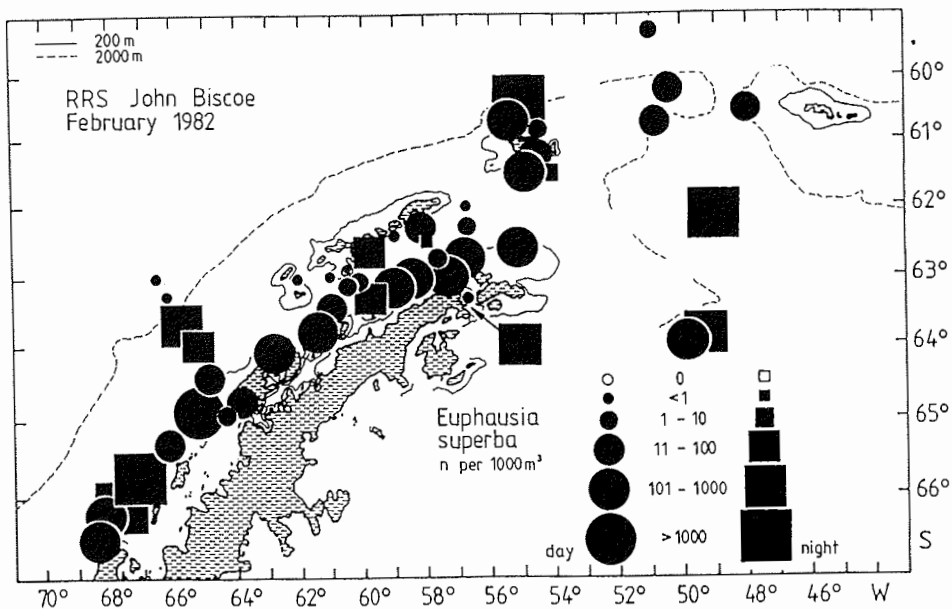


Abb. 4.45: *Euphausia superba*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

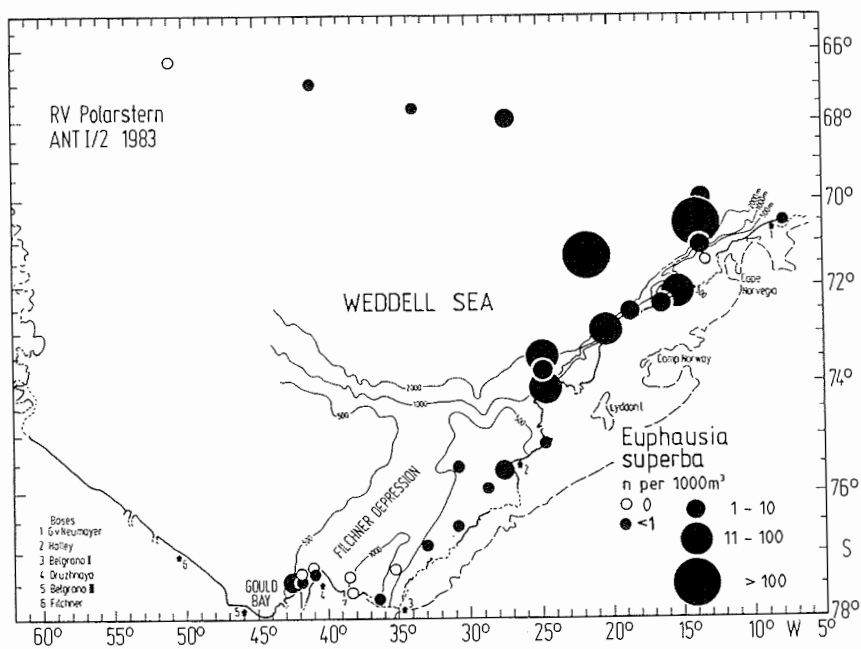


Abb. 4.46: *Euphausia superba*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

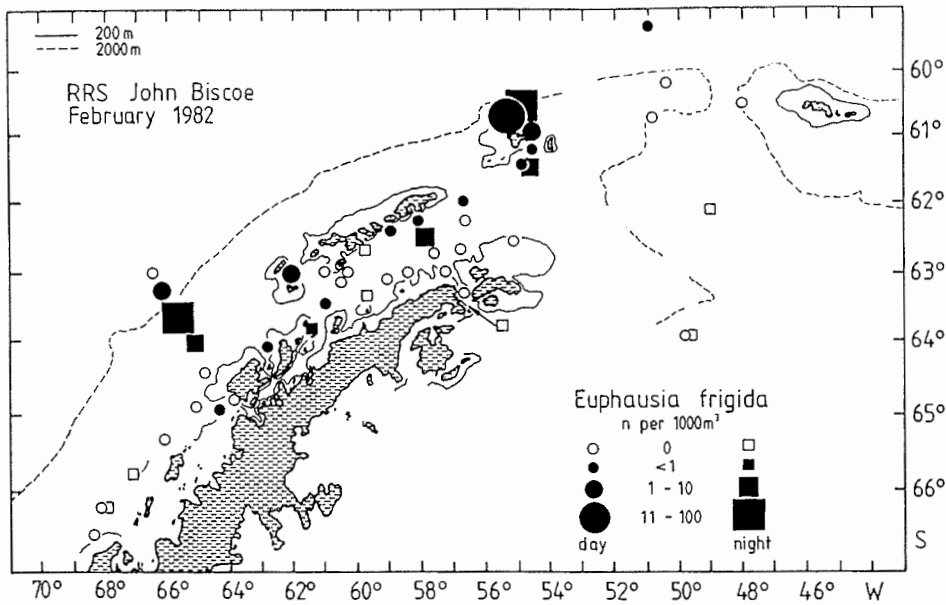


Abb. 4.47: *Euphausia frigida*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

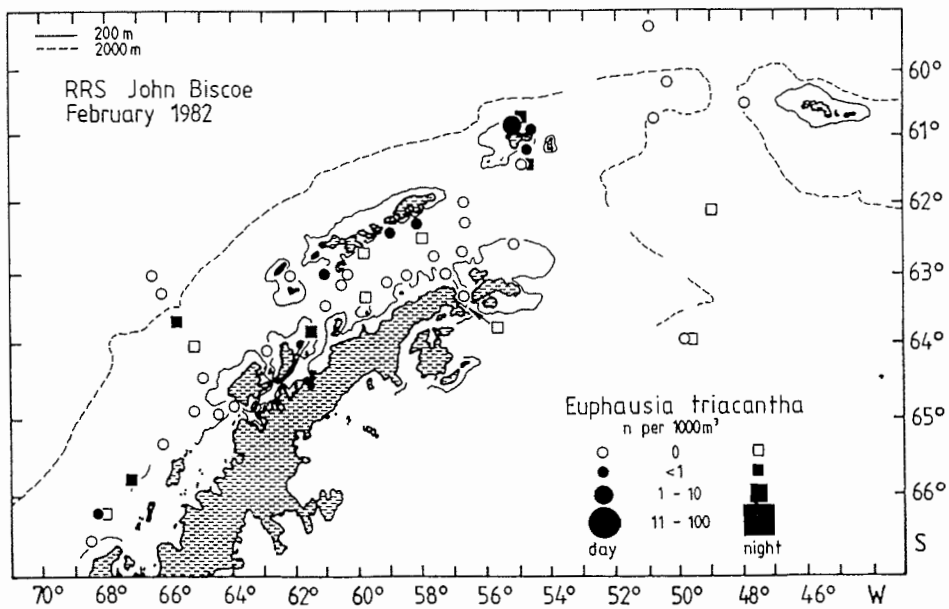


Abb. 4.48: *Euphausia triacantha*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

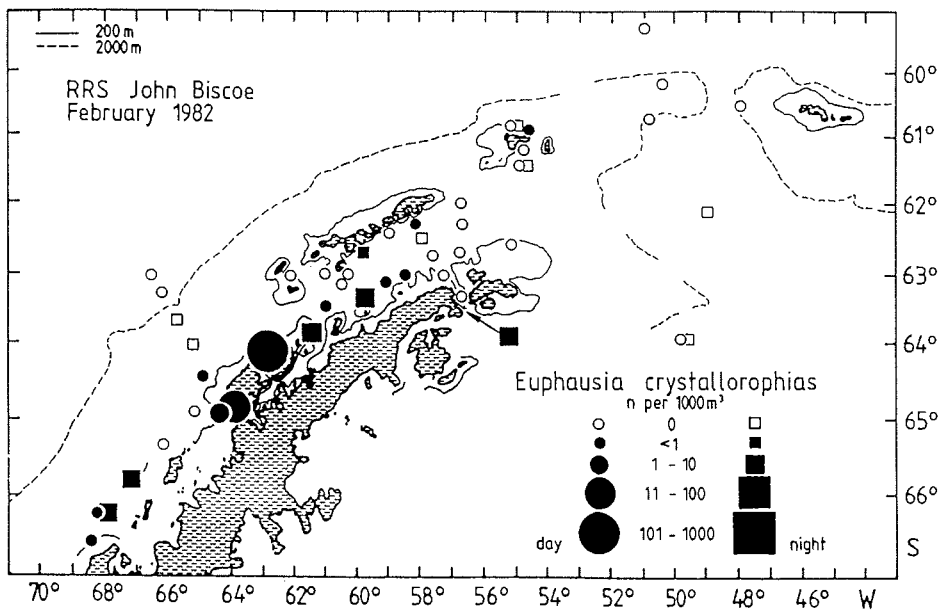


Abb. 4.49: *Euphausia crystallorophias*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

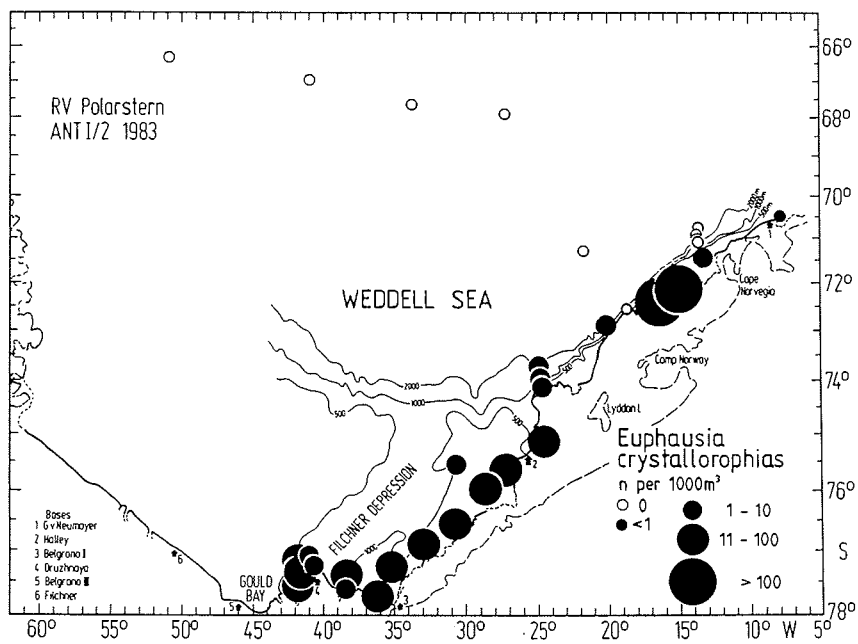


Abb. 4.50: *Euphausia crystallorophias*. Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

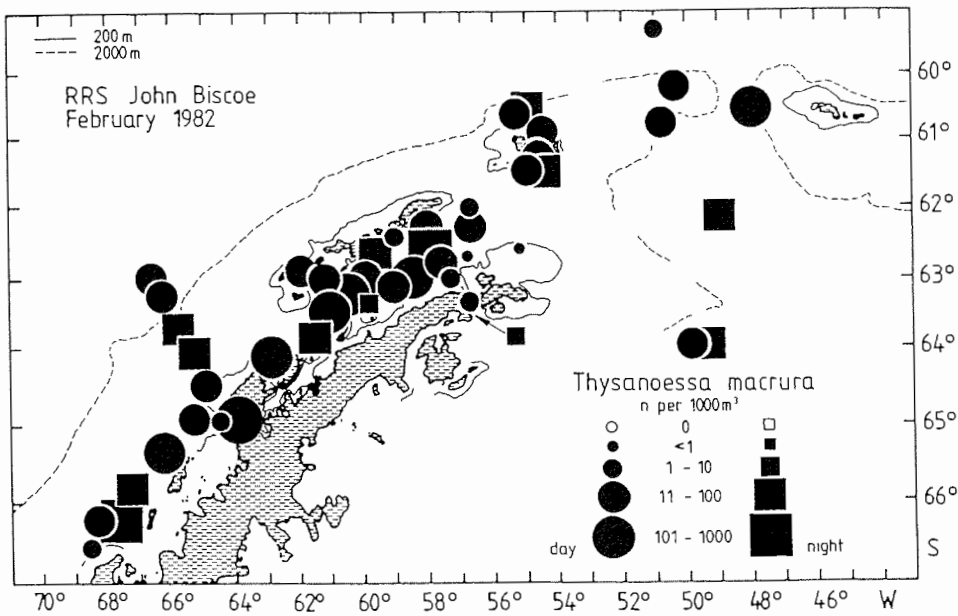


Abb. 4.51: *Thysanoessa macrura*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

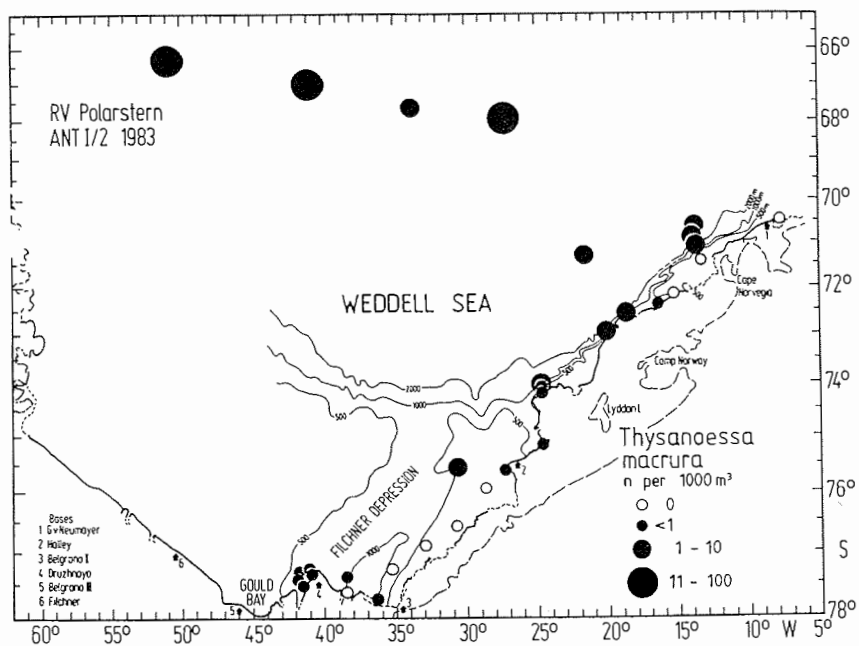


Abb. 4.52: *Thysanoessa macrura*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

#### 4.1.9. Dekapodenlarven

Die Larven von vier Dekapoden-Arten treten in den Fängen auf:

Notocrangon antarcticus (PFEFFER 1887)  
Chorismus antarcticus (PFEFFER 1887)  
Acantheephyra pelagica (RISSO) 1816)  
Hymenodora gracilis SMITH 1886

Die Abundanzen sind relativ gering (Tab. 4.8). Für alle vier Arten liegen sie stets unter 10 Ind./1000 m<sup>3</sup>. Als Adulte leben Notocrangon antarcticus und Chorismus antarcticus benthisch, während Acantheephyra pelagica und Hymenodora gracilis im Mesopelagial auftreten.

Die geographische Verbreitung von Notocrangon antarcticus zeigen die Abb. 4.53 und 4.54. An der Antarktischen Halbinsel wird die Art nur auf zwei Schelfstationen in der südlichen Bransfield Straße und im Antarctic Sound angetroffen. In der Weddell See tritt sie an allen Schelfstationen auf und erreicht in einem Oberflächenfang in der Gould Bay (Station 171) ihre maximale Abundanz (6 Ind./1000 m<sup>3</sup>).

Chorismus antarcticus fehlt an der Antarktischen Halbinsel. In der Weddell See (Abb. 4.55) zeigt sie ein ähnliches Verbreitungsmuster wie N. antarcticus, kommt aber mit deutlich geringeren Abundanzen vor. Die maximale Individuendichte von 1 Ind./1000 m<sup>3</sup> wird in einem Oberflächenfang vor Camp Norway registriert.

Acantheephyra pelagica und Hymenodora gracilis werden in beiden Gebieten nur auf den ozeanischen Stationen angetroffen (Abb. 4.53, 4.56 und 4.57). A. pelagica erreicht in der Weddell See eine maximale Konzentration von 3 Ind./1000 m<sup>3</sup> (Station 131). H. gracilis tritt nur sehr vereinzelt auf, ihre Abundanzen liegen immer unter 1 Ind./1000 m<sup>3</sup>.

Tab. 4.8: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\bar{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der Dekapodenlarven auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz		mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz	
	Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$				Median $\bar{x}$	arithm. M. $\bar{x}$			
<u>Notocrangon antarcticus</u>			----	#	3	0.75	0.89	0.79	0.89	75
<u>Chorismus antarcticus</u>	-	-	-	-	-	<0.10	0.15	0.15	1.06	38
<u>Acantheephyra pelagica</u>	<0.10	0.13	0.14	1.01	25	0.20	0.49	0.95	1.92	28
<u>Hymenodora gracilis</u>	<0.10	<0.10	0.04	0.71	6	<0.10	<0.10	0.03	0.43	9

# Notocrangon antarcticus erscheint nur einmal in den Taghols.

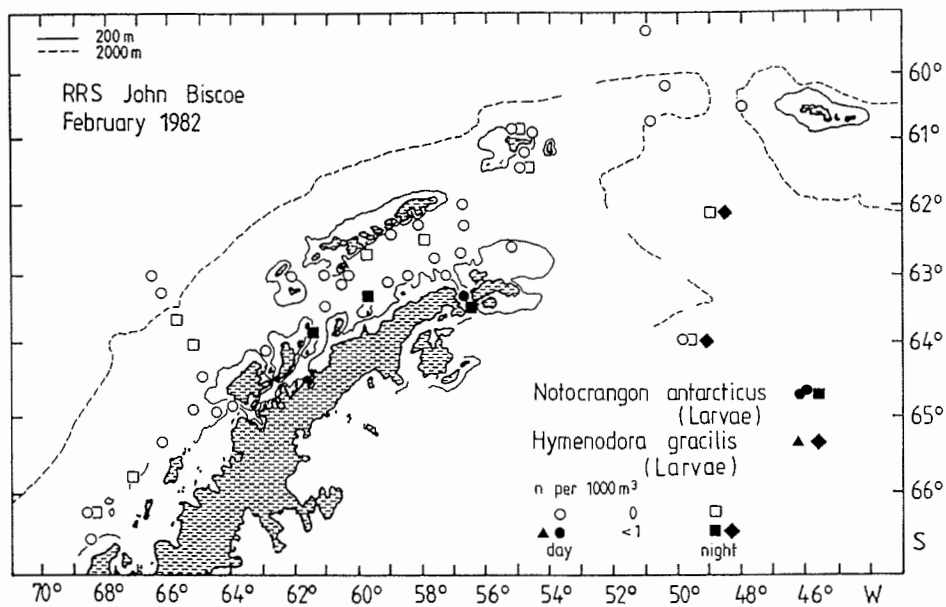


Abb. 4.53: *Notocrangon antarcticus*, *Hymenodora gracilis*. Geographische Verbreitung und Abundanz an der Antarktischen Halbinsel.

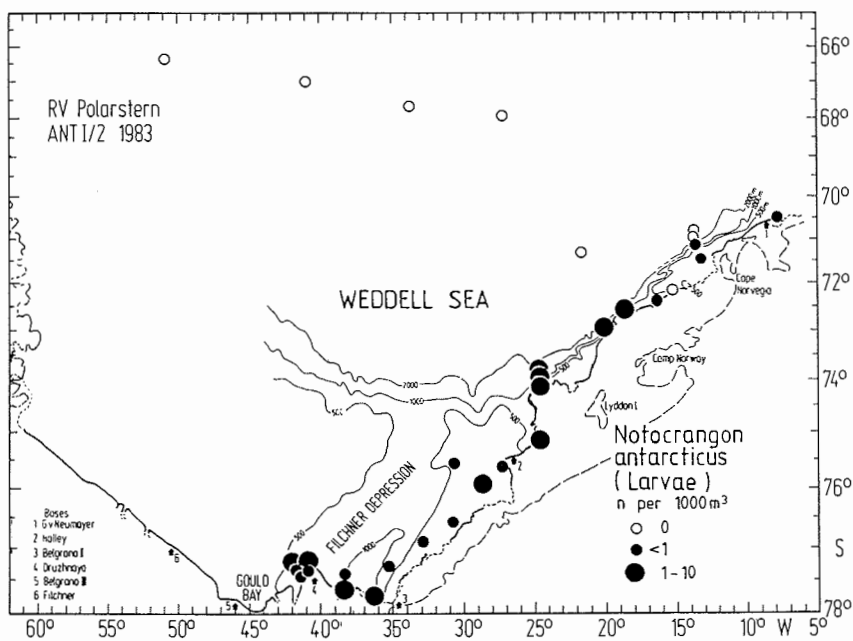


Abb. 4.54: *Notocrangon antarcticus*. Geographische Verbreitung und Abundanz in der Weddell See.

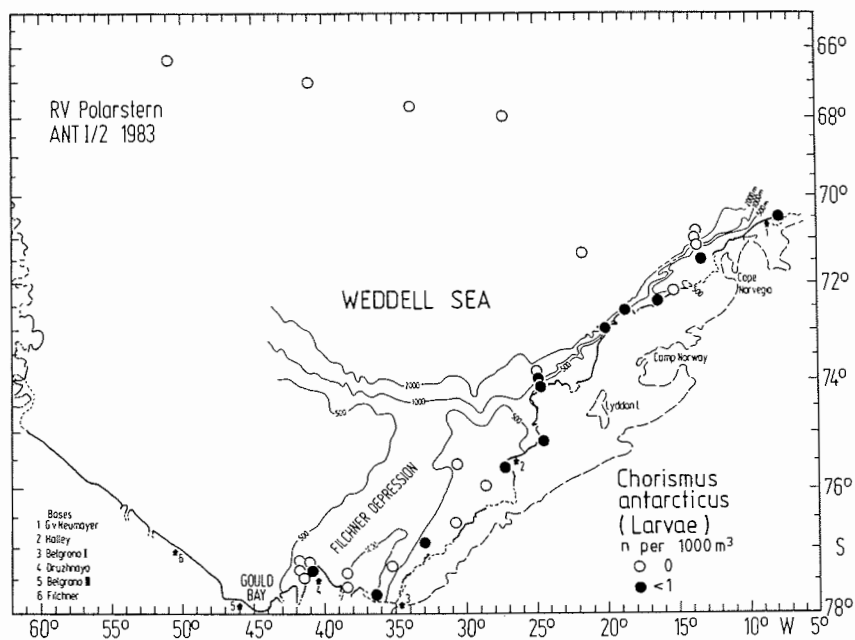


Abb. 4.55: *Chorismus antarcticus*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

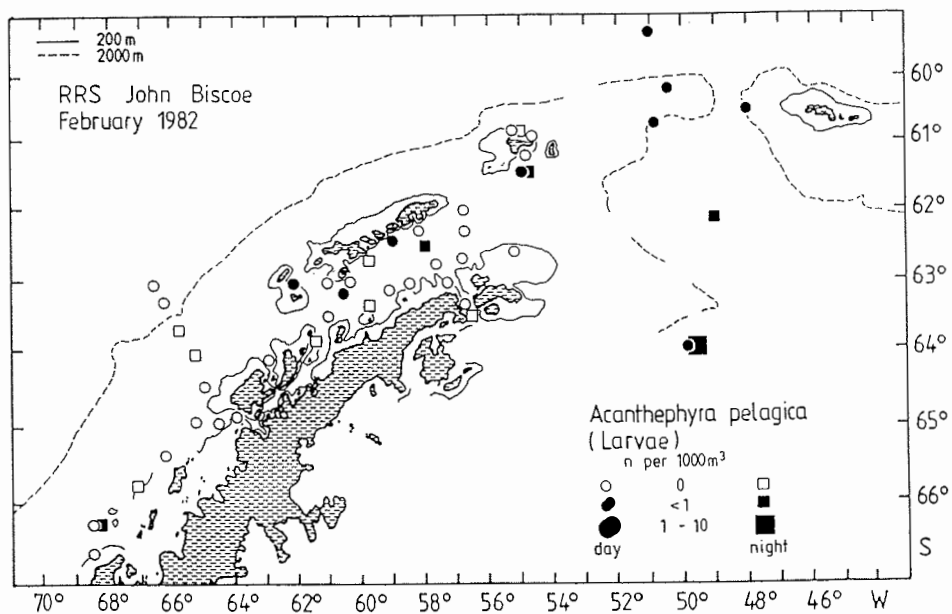


Abb. 4.56: *Acantheephyra pelagica*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

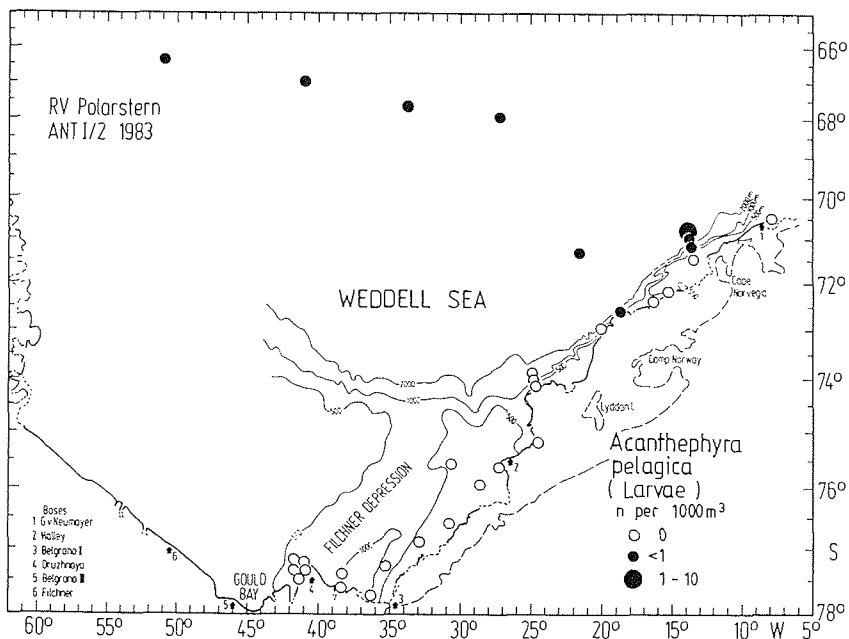


Abb. 4.57: *Acantheephyra pelagica*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

#### 4.1.10. Chaetognathen

Fünf Chaetognathen-Arten treten in den RMT8-Fängen auf:

- Sagitta gazellae RITTER-ZAHONY 1909
- Sagitta marri DAVID 1956
- \*Sagitta maxima (CONANT 1896)
- Eukrohnia hamata (MÖBIUS 1875)
- Eukrohnia bathypelagica ALVARINO 1962

Die Chaetognathen aus den Fängen an der Antarktischen Halbinsel (Abb. 4.58) sind nicht nach Arten getrennt. An allen Stationen präsent, liegen ihre höchsten Abundanzen in der nördlichen Bransfield Straße, nördlich von Elephant Island und in der südlichen Drake Passage. Daraus wird deutlich, daß die Chaetognathen die ozeanischen Stationen bevorzugen, die unter dem Einfluß der Westwinddrift und des Bellingshausen See Wassers liegen. Sehr auffällig ist in diesem Zusammenhang, daß die Abundanzen im nördlichen Teil der Bransfield Straße deutlich höher sind als im südlichen Teil (Abb. 4.58).



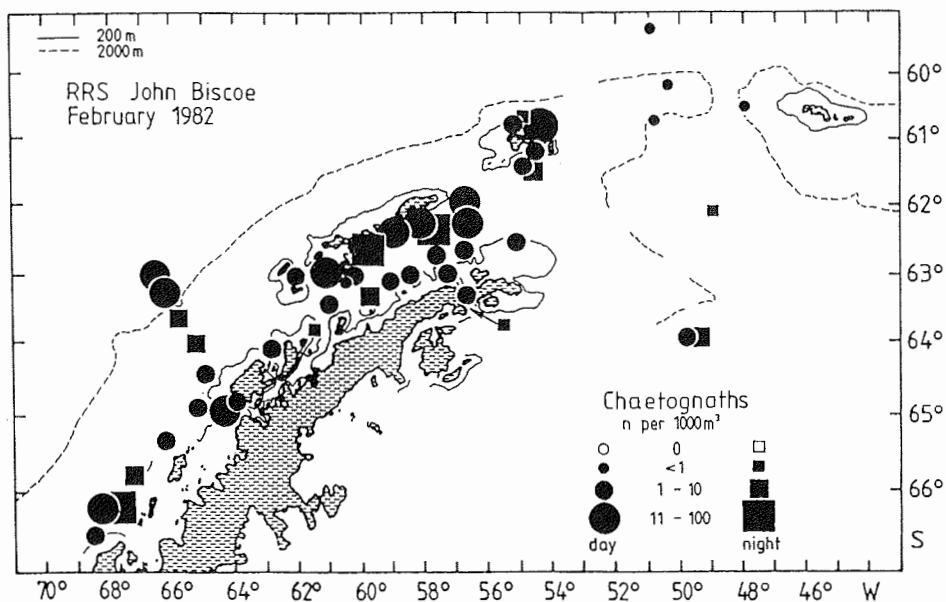


Abb. 4.58: Chaetognathen. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

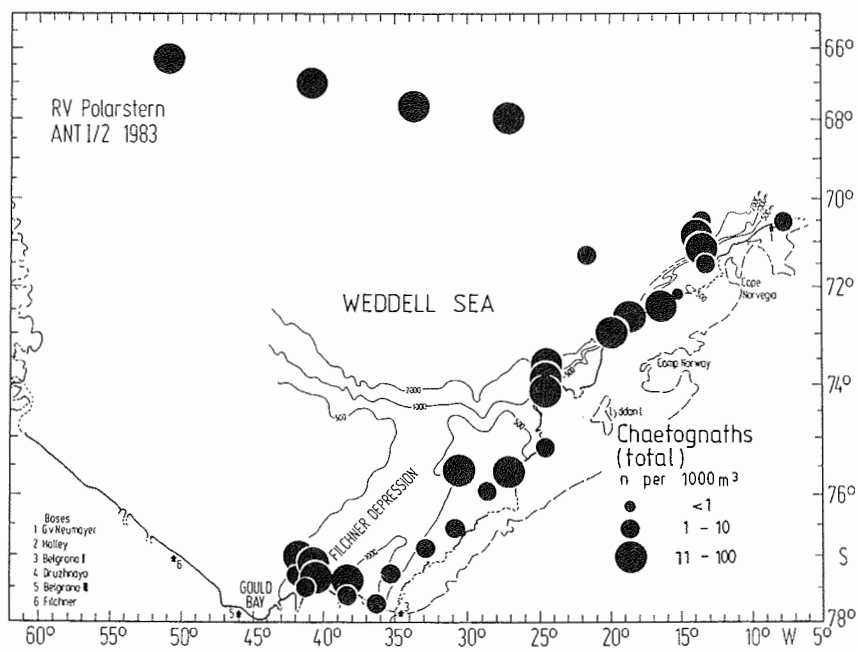


Abb. 4.59: Chaetognathen. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

Zum Vergleich sind in Abb. 4.59 die geographische Verbreitung und die Abundanz der Gesamtgruppe Chaetognathen für das Gebiet der Weddell See dargestellt. Mit relativ hohen Abundanzen sind die Chaetognathen über alle Stationen sehr gleichmäßig verteilt.

Die Verbreitungskarten der einzelnen Arten in der Weddell See lassen Präferenzen für bestimmte Regionen erkennen (Abb. 4.60 bis 4.63).

Alle Arten treten an den ozeanischen Stationen und an den schelfnahen Stationen im Osten auf, die im Bereich der Ostwinddrift liegen. Während Sagitta gazellae (Abb. 4.60) und Eukrohnia hamata (Abb. 4.61) auch an allen Stationen über dem südlichen Schelf angetroffen werden, reichen die südlichen Verbreitungsgrenzen von Sagitta marri (Abb. 4.61) und Eukrohnia bathypelagica (Abb. 4.63) nur bis zur Höhe von Halley (S. marri) bzw. bis vor Camp Norway (E. bathypelagica). Maximale Abundanzen liegen für S. gazellae und E. hamata bei 41 bzw. 58 Ind./1000 m<sup>3</sup>, für S. marri und E. bathypelagica betragen sie 5 bzw. 0.9 Ind./1000 m<sup>3</sup>.

Die fünfte Chaetognathen-Art, Sagitta maxima, wird in der Weddell See nur auf zwei Stationen mit jeweils einem Exemplar angetroffen: auf den Stationen 202 und 213 am östlichen Schelfhang.

Tab. 4.9 faßt Abundanzen und Präsenzwerte der Chaetognathen zusammen.

Tab. 4.9: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\tilde{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der Chaetognathen auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art bzw. Taxon	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)		mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)	
	Median	arithm. M.				Median	arithm. M.			
	$\tilde{x}$	$\bar{x}$ ±s				$\tilde{x}$	$\bar{x}$ ±s			
Sagitta gazellae			----	#		5.50	6.12 4.48	0.73	100	
Sagitta marri			----	#		0.65	0.80 0.83	1.04	44	
Sagitta maxima			----	#		-	<0.10 0.04	0.47	6	
Eukrohnia hamata			----	#		3.00	7.34 8.80	1.20	97	
Eukrohnia bathypelagica			----	#		0.10	0.15 0.11	0.74	34	
Chaetognathen (gesamt)	2.00	7.86 10.47		1.33	100					

# Die Chaetognathen aus den Fangen an der Antarktischen Halbinsel ("John Biscoe"-Expedition) wurden nicht nach Arten sortiert.

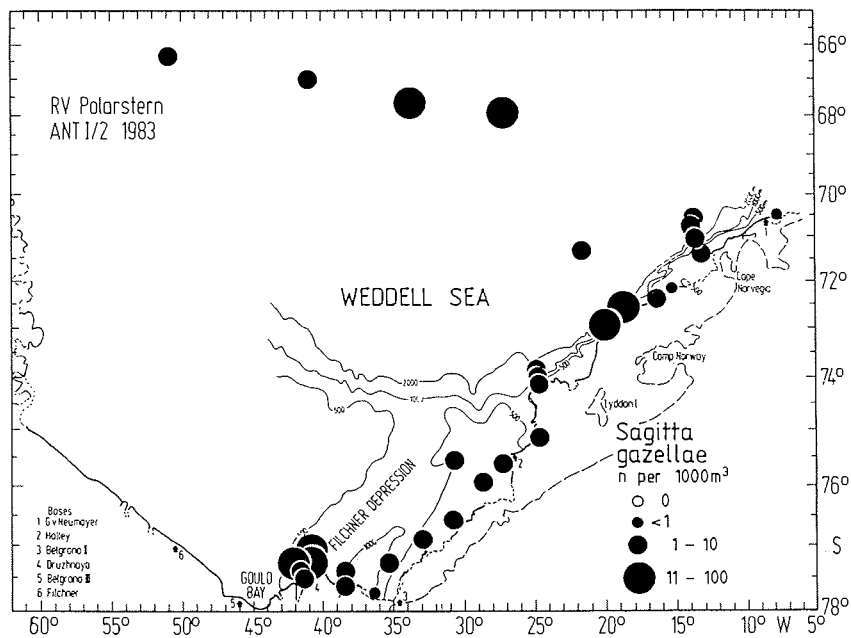


Abb. 4.60: *Sagitta gazellae*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

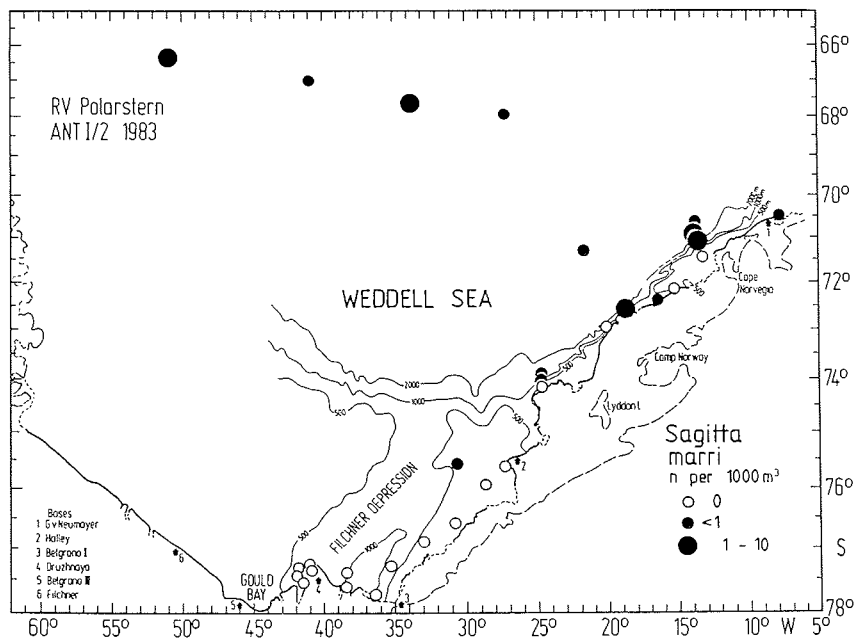


Abb. 4.61: *Sagitta marri*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

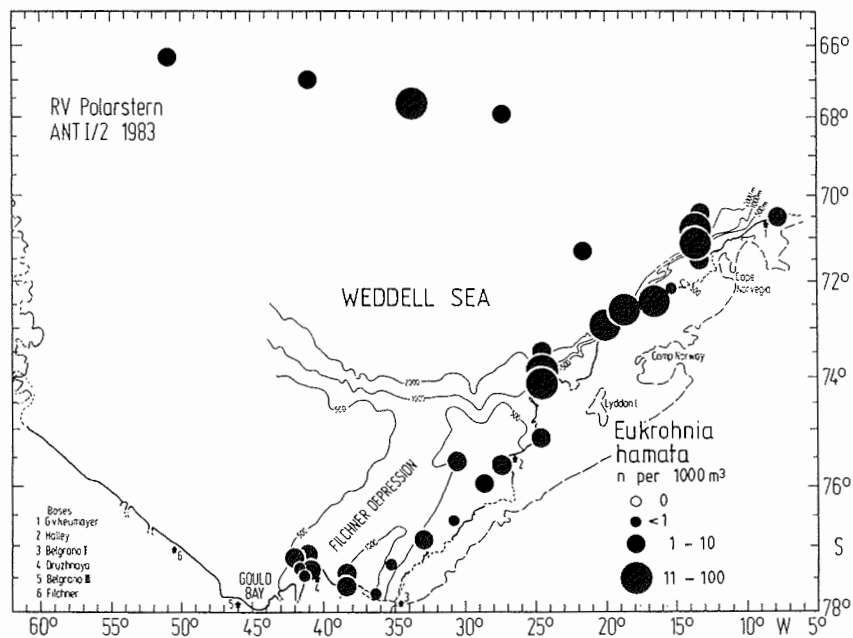


Abb. 4.62: *Eukrohnia hamata*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

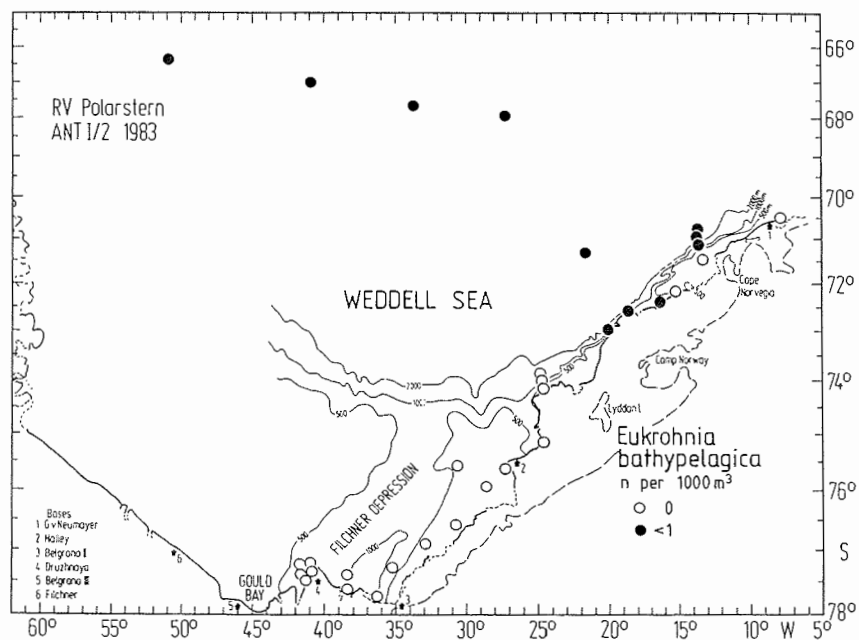


Abb. 4.63: *Eukrohnia bathypelagica*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

#### 4.1.11. Salpen

In beiden Untersuchungsgebieten wird nur eine Salpen-Art angetroffen:

##### Salpa thompsoni FOXTON 1961

An der Antarktischen Halbinsel (Abb. 4.64) tritt Salpa thompsoni an den ozeanischen Stationen mit sehr hohen Abundanzen auf (Tab. 4.10). Auf dem Schelf wird die Art nur vereinzelt gefangen. In den Nachthols sind die Konzentrationen deutlich höher als am Tage (s. Abb. 4.64). Nördlich von Elephant Island wird während der Dauerstation in der Oberflächenschicht die maximale Konzentration erreicht (762 Ind./1000 m<sup>3</sup>).

In der Weddell See erscheint S. thompsoni auf etwa zwei Drittel der Schelf- bzw. schelfnahen Stationen (Abb. 4.65). In der zentralen Weddell See wird sie nur zweimal angetroffen. Jedoch wird auf einer dieser Stationen (Station 228) in dem Fang aus der untersten Schicht (302 - 140 m) die weitaus höchste Abundanz gemessen: 568 Ind./1000 m<sup>3</sup>.

Tab. 4.10: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\bar{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) von Salpa thompsoni auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)		mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)	
	Median	arithm. M.				Median	arithm. M.			
	$\bar{x}$	$\bar{x}$ $\pm s$				$\bar{x}$	$\bar{x}$ $\pm s$			
Salpa thompsoni	0.50	5.13 7.33	1.43	58		0.90	21.69 88.00	4.06	59	

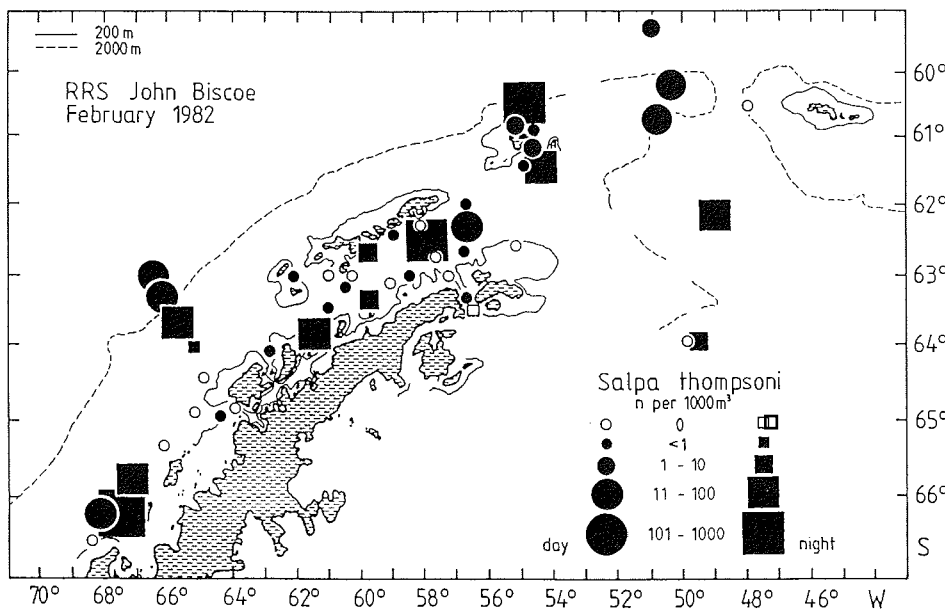


Abb. 4.64: Salpa thompsoni. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

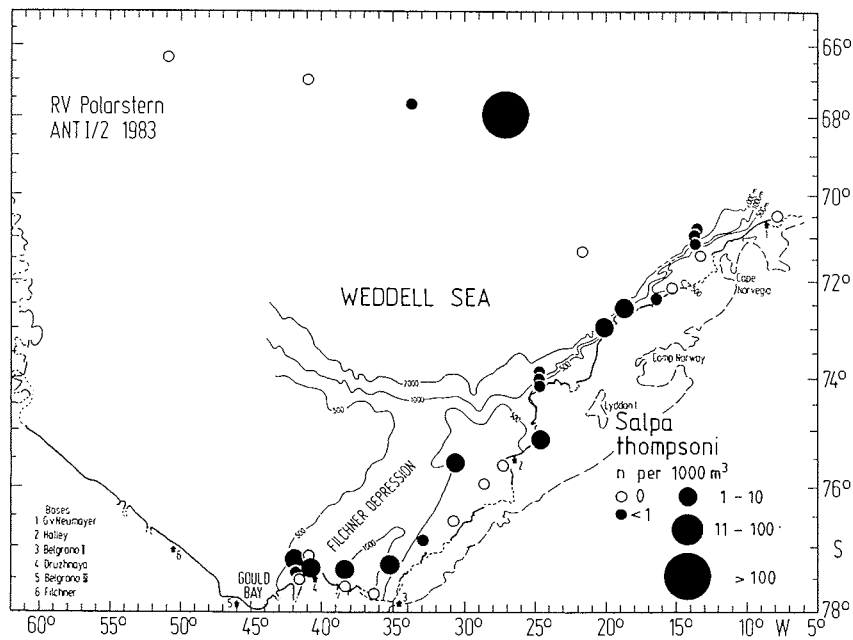


Abb. 4.65: *Salpa thompsoni*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

#### 4.1.12. Fischlarven und Fische

Die gefangenen Fischlarven (ausschließlich Postlarven) sowie die juvenilen und adulten Fische gehören folgenden Arten bzw. Taxa an:

##### Nototheniidae

- +*Notothenia kemp* NORMAN 1937
- +*Notothenia larseni* (LÖNNBERG 1905)
- +*Notothenia nudifrons* (LÖNNBERG 1905)
- #*Aethotaxis mitopteryx* DEWITT 1962
- Pleuragramma antarcticum* BOULENGER 1902
- +*Trematomus newnesi* BOULENGER 1902
- Trematomus* spp.

##### Bathydraconidae

- +*Parachaenichthys charcoti* (VAILLANT 1906)
- Prionodraco evansii* REGAN 1914
- Bathydraconidae* indet.

Channichthyidae

- +Chionodraco rastrospinosus DEWITT & HUREAU 1979
- Chionodraco sp.
- Cryodraco antarcticus DOLLO 1900
- +Neopagetopsis ionah NYBELIN 1947
- +Pagetopsis macropterus (BOULENGER 1907)
- Pagetopsis sp.
- Channichthyidae indet.

Harpagiferidae

Harpagiferidae indet.

Paralepididae

Notolepis coatsi DOLLO 1908

Myctophidae

- Krefftichthys anderssoni (LÖNNBERG 1905)
- Protomyctophum bolini FRASER-BRUNNER 1949
- Electrona antarctica (GÜNTHER 1878)
- Electrona carlsbergi TANING 1932
- Gymnoscopelus braueri (LÖNNBERG 1905)
- Gymnoscopelus nicholsi GILBERT 1911
- Gymnoscopelus hintonoides HULLEY 1981
- Myctophidae indet.

Bathylagidae

Bathylagus antarcticus GÜNTHER 1878

Die mit einem + versehenen Arten werden nur an der Antarktischen Halbinsel nachgewiesen, die mit einem # markierten nur in der Weddell See.

HUBOLD (1984) und KELLERMANN (1985) berichten bereits ausführlich über Verbreitung und Abundanz von Pleuragramma antarcticum (Fam. Nototheniidae) während der "Polarstern"- bzw. der "John Biscoe"-Expedition. Wegen der teilweise dominierenden Stellung in den Makroplanktonfängen aus den Schelfregionen möchte ich an dieser Stelle aber nochmals das Verbreitungsgebiet von P. antarcticum darstellen, wobei ich mich auf die Arbeiten der oben genannten Autoren stütze. Die Einteilung in verschiedene Altersklassen (age classes) von P. antarcticum beruht auf Angaben von HUBOLD (1984) und richtet sich nach der Standardlänge (SL) der Tiere. Dabei bedeutet Age class 0: SL = 8 - 30mm, Age class 1: SL = 30 - 50mm, Age class 2: SL = 50 - 80mm und Adults: >80mm.

Alle anderen notothenioiden Fischlarven, die neben P. antarcticum während der "John Biscoe"-Expedition in den RMT 8-Fängen auftreten, werden in ihrer Verbreitung ausführlich von KELLERMANN (1985) dargestellt. Daher zeige ich außer für P. antarcticum nur die geographische Verbreitung der mesopelagischen Vertreter (Paralepididen, Myctophiden). Die oben aufgeführte Artenliste der Myctophiden bezieht sich dabei auf die adulten Tiere, die während der "John Biscoe"-Expedition auftreten und basiert auf einer unveröffentlichten Zusammenstellung von Dr. Martin White, British Antarctic Survey, Cambridge.

Die Verbreitungskarten der Fischlarven/Fische aus den RMT 8-Fängen der "Polarstern"-Expedition habe ich aus unveröffentlichten Daten von Dr. Gerd Hubold, Institut für Polarökologie, Kiel, zusammengestellt.

P. antarcticum ist die weitaus häufigste Fischart in den Fängen. Verbreitung und Abundanzen der verschiedenen Lebensstadien (Altersklassen) zeigen die Abb. 4.66 bis 4.70. In beiden Untersuchungsgebieten beschränken sich alle Altersklassen in ihrer Verbreitung auf die Schelf- und schelfnahen Stationen. Nur an der Antarktischen Halbinsel werden Tiere der Altersklasse 1 auch vereinzelt auf den tiefen Stationen in der nördlichen Bransfield Straße und im ozeanischen Bereich der nordwestlichen Weddell See angetroffen (Abb. 4.68). Die Tiere der Altersklasse 0 treten mit den höchsten Abundanzen auf und sind in der Weddell See neben Euphausia crystallorophias und Limacina helicina die Leitformen im Makroplankton der Wassermassen über dem Kontinentalschelf. Auf dem südlichen Schelf (Station 199) wird in einem Oberflächenhol die maximale Abundanz (55 Ind./1000 m<sup>3</sup>) angetroffen.

Die zweithäufigste Nototheniiden-Art in der Weddell See ist Aethotaxis mitopteryx (Abb. 4.71). Sie kommt auf etwa einem Drittel der Schelfstationen vor, dringt aber im Gegensatz zu P. antarcticum nicht bis zu den südlichsten Schelfstationen vor. Die größte Individuendichte von 74 Ind./1000 m<sup>3</sup> wird im Oberflächenfang der Station 195 (südlich von Halley) gemessen. Die geographische Verbreitung der Larvenformen der Gattung Trematomus erstreckt sich bis auf zwei positive Fänge in der Gould Bay auf die östlichen Schelfregionen. Maximale Abundanzen von 2 Ind./1000 m<sup>3</sup> werden im Bereich der Halley Divergenz in den Oberflächenhols der Stationen 202 und 204 angetroffen.

Mit geringen Abundanzen sind die Postlarven der Gattung Pagetopsis (Fam. Channichthyidae) sehr gleichmäßig über alle Schelfstationen verteilt. Die maximale Abundanz wird mit 3 Ind./1000 m<sup>3</sup> in einem Oberflächenhol in der östlichen Gould Bay erzielt. Die zweite, sehr regelmäßig auf den Schelfstationen angetroffene Channichthyiden-Larve ist Cryodraco antarcticus, die nur auf einigen Stationen südlich von Halley fehlt. Die maximale Konzentration (2 Ind./1000 m<sup>3</sup>) wird, wie auch die von Pagetopsis sp., in einem Oberflächenhol in der östlichen Gould Bay gefunden.

Die Postlarven von Prionodraco evansii, Chionodraco sp. und der Harpagiferiden treten nur sporadisch an einigen Schelfstationen auf. Auf Abbildungen zu ihrer geographischen Verbreitung wird hier verzichtet. Die maximalen Abundanzen aller drei Taxa liegen unter 1 Ind./1000 m<sup>3</sup>.





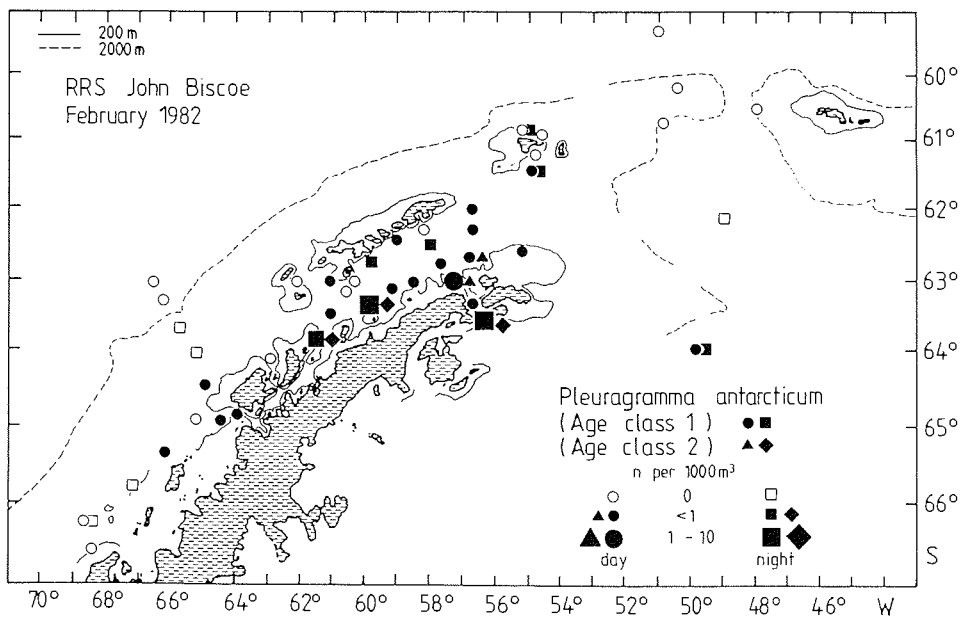


Abb. 4.68: *Pleuragramma antarcticum*. Larven und Juvenile der Altersklassen 1 und 2. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

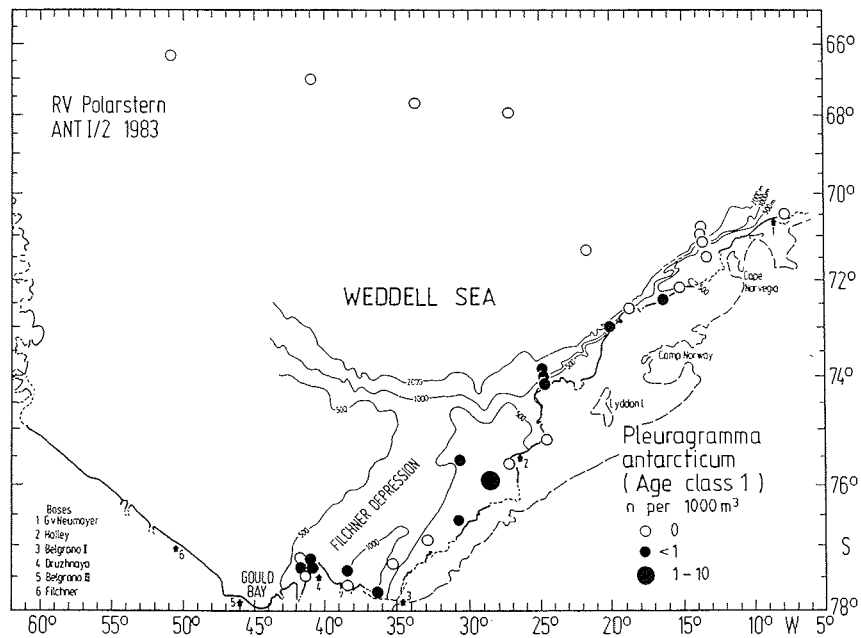


Abb. 4.69: *Pleuragramma antarcticum*. Larven der Altersklasse 1. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

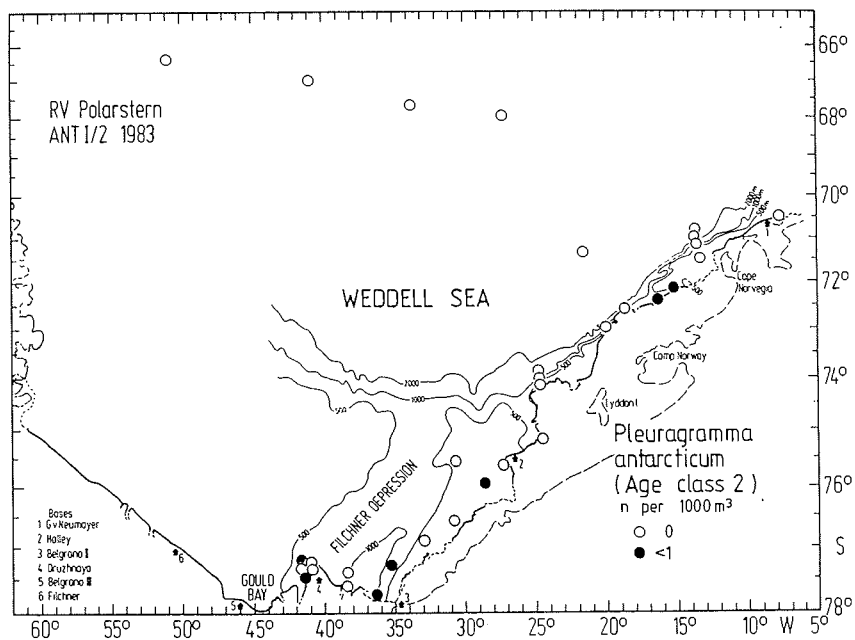


Abb. 4.70: *Pleuragramma antarcticum*. Juvenile der Altersklasse 2. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

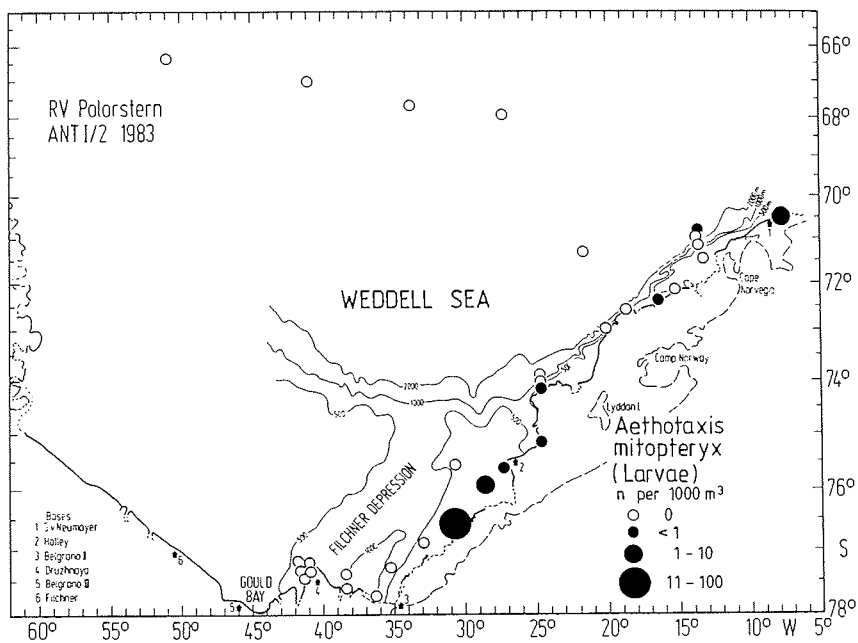


Abb. 4.71: *Aethotaxis mitopteryx*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

Verbreitung und Abundanz der ozeanischen Fischlarven und Fische, die in den RMT 8-Fängen auftreten, zeigen die Abb. 4.72 bis 4.75.

Aus der Familie der Paralepididen wird nur die Art Notolepis coatsi angetroffen (Abb. 4.72 und 4.73). In beiden Untersuchungsgebieten ist sie auf beinahe allen ozeanischen Stationen präsent. Die Abundanzen sind relativ gering. In der zentralen Weddell See zeichnet sich ein Schwerpunkt ihrer Verbreitung ab (Abb. 4.73). Hier wird im untersten Teil der Station 230 mit 8 Ind./1000 m<sup>3</sup> die maximale Konzentration angetroffen.

Zur Darstellung der geographischen Verbreitung der Myctophiden sind die verschiedenen Arten zur Gesamt-Gruppe Myctophiden zusammengefaßt. Wie bei N. coatsi beschränkt sich ihre Verbreitung auf die ozeanischen Stationen, an denen sie als Bewohner des Mesopelagials gelegentlich in die oberen Wasserschichten vordringen (Abb. 4.74). Bis auf einen Nachhol in der nordwestlichen Weddell See (Station 1290), bei dem ein Fang von 34 adulten Myctophiden gelingt ( $\approx 1$  Ind./1000 m<sup>3</sup>), liegen die Abundanzen der Myctophiden stets unter 1 Ind./1000 m<sup>3</sup>. In der Weddell See treten Myctophiden-Larven nur an drei ozeanischen Stationen auf.

Die Larven der Bathylagiden-Art Bathylagus antarcticus werden im Oberflächenwasser an der Antarktischen Halbinsel nicht angetroffen. Die Verbreitung von B. antarcticus in der Weddell See zeigt Abb. 4.75. Im Gegensatz zu N. coatsi und zu den Myctophiden dringt diese Art auch gelegentlich auf den Schelf vor. Präferenzen für ozeanische Stationen sind nicht deutlich ausgeprägt. Die Abundanzen sind sehr niedrig und liegen immer unter 0.5 Ind./1000 m<sup>3</sup>.

Mittlere Abundanzen und die Präsenz der häufigsten Arten bzw. Taxa aus der Gruppe der Fischlarven und Fische zeigt Tab. 4.11.

Tab. 4.11: Mittlere Abundanzen (Ind./1000 m<sup>3</sup>) als Median ( $\tilde{x}$ ) und arithmetisches Mittel ( $\bar{x}$ ) mit Standardfehler ( $\pm s$ ), Variationskoeffizient (V) der Abundanzen und Präsenz (P) der Fischlarven und Fische auf den Standardstationen der Untersuchungsgebiete.

Art bzw. Taxa	Antarktische Halbinsel					Weddell See				
	mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)		mittlere Abundanz		Var.koeff. d. Abundanzen	Präsenz P (%)	
	Median	arithm. M.				Median	arithm. M.			
	$\bar{x}$	$\bar{x}$ ±s				$\bar{x}$	$\bar{x}$ ±s			
Pleuragramma ant. AK 0	<0.10	0.27	0.64	2.33	25	1.00	2.45	3.73	1.52	72
Pleuragramma ant. AK 1	<0.10	0.30	0.69	2.29	50	0.10	0.16	0.26	1.62	41
Pleuragramma ant. AK 2	-	0.37	0.46	1.23	6	<0.10	0.13	0.13	1.03	22
Pleuragramma ant. Adulte	-	-	-	-	-	0.40	0.42	0.27	0.64	25
Trematomus spp.	-	-	----#	-	-	0.10	0.18	0.16	0.85	28
Aethotaxis mitopteryx	-	-	-	-	-	0.38	2.61	4.90	1.88	25
Prionodracon evansii	-	-	----#	-	-	0.10	0.13	0.06	0.49	19
Cryodraco antarcticus	-	-	-	-	-	0.10	0.18	0.14	0.77	56
Chionodracon sp.	-	-	----#	-	-	0.10	0.12	0.07	0.59	19
Pagetopsis sp.	-	-	----#	-	-	0.10	0.25	0.25	0.99	53
Notolepis coatsi	<0.10	<0.10	0.09	1.01	39	0.20	0.95	1.27	1.33	38
Myctophidae (Larven)	<0.10	0.11	0.12	1.11	11	<0.10	<0.10	0.01	0.15	9
Myctophidae (Adulte)	<0.10	<0.10	0.03	0.43	8	-	<0.10	0.04	0.47	6
Bathylagus antarcticus	-	-	-	-	-	<0.10	<0.10	0.02	0.29	31

# Diese Arten werden in der vorliegenden Arbeit nicht behandelt.

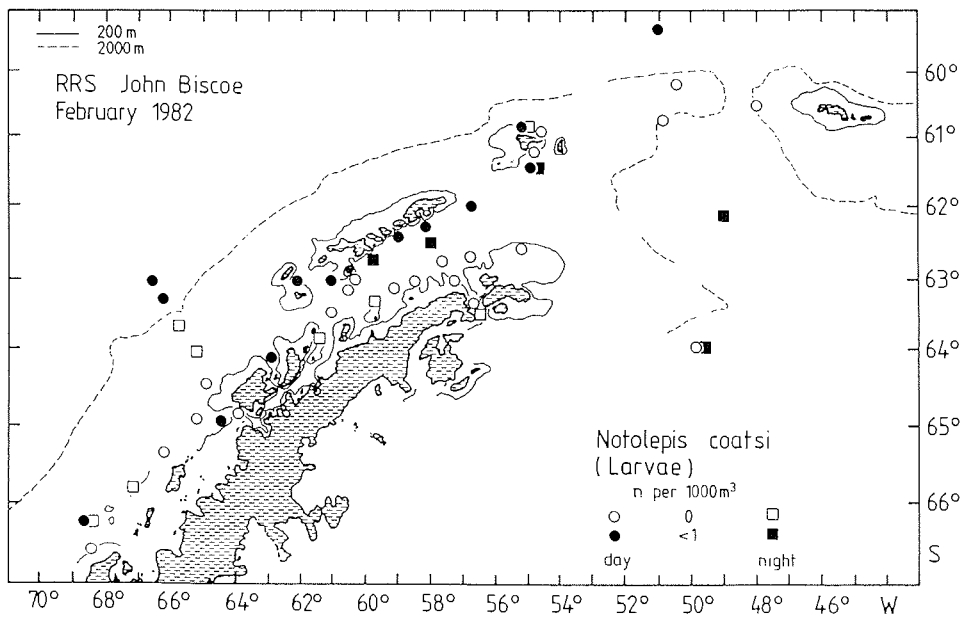


Abb. 4.72: *Notolepis coatsi*. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

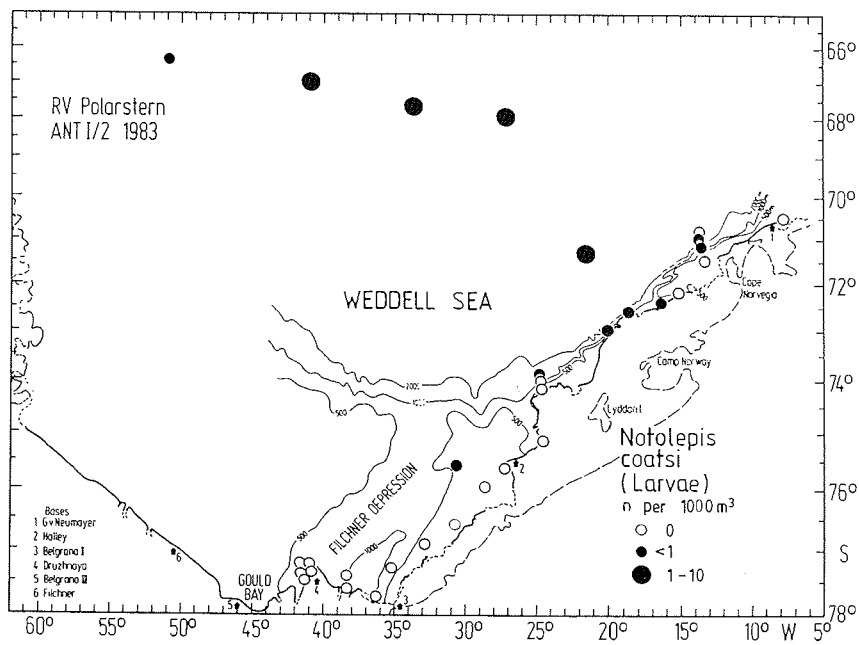


Abb. 4.73: *Notolepis coatsi*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

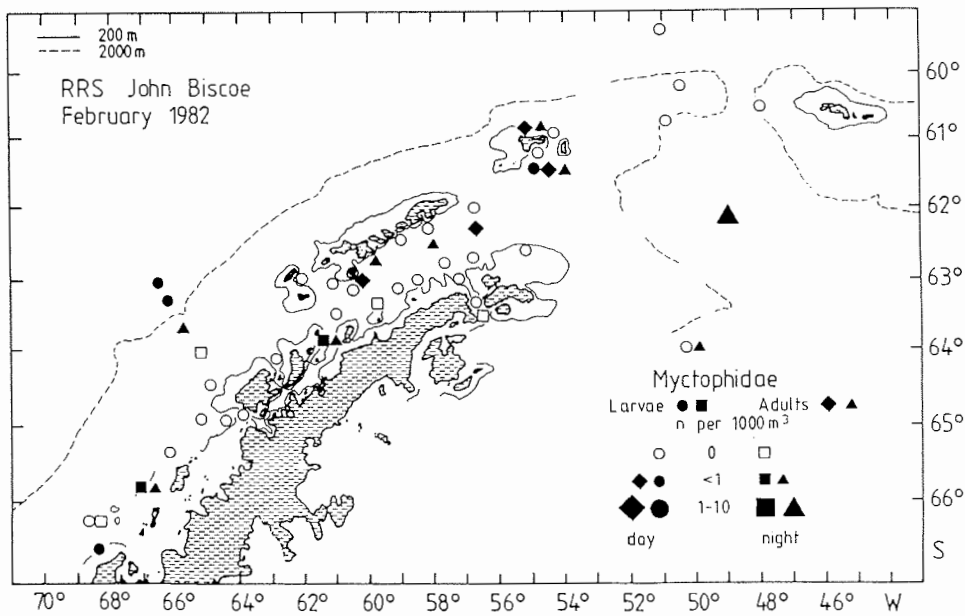


Abb. 4.74: Myctophiden. Geographische Verbreitung und Abundanzen an der Antarktischen Halbinsel.

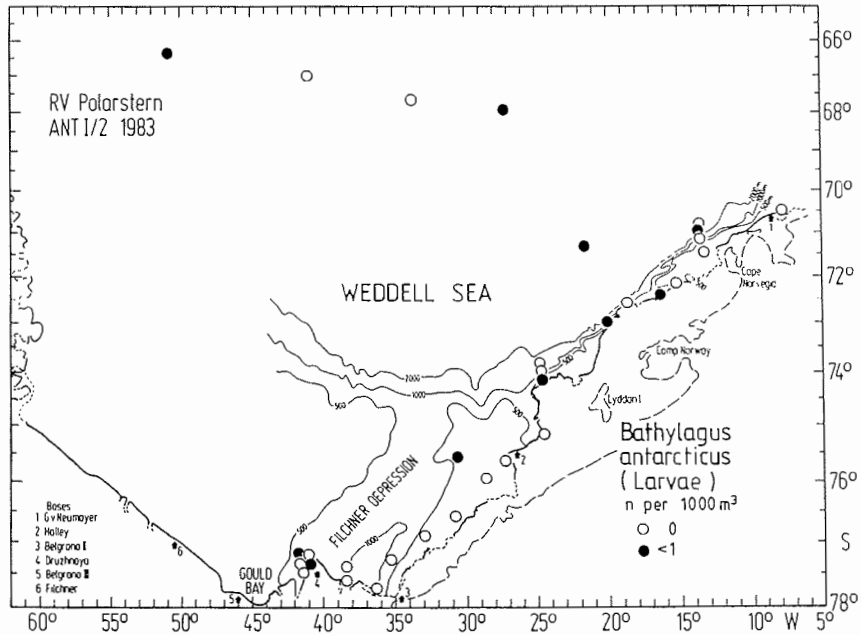


Abb. 4.75: *Bathylagus antarcticus*. Geographische Verbreitung und Abundanzen in der Weddell See.

#### 4.2. Fangvolumina

Die Fangvolumina (catch volume) der Gesamtfänge auf jeder Standardstation sind in den Abb. 4.76 und 4.77 dargestellt. Sie beruhen auf die unverzüglich nach jedem Höl gemessenen Naßvolumina und sind auf ml/1000 m<sup>3</sup> standardisiert. Diese Werte geben einen Hinweis zur Verteilung der Biomasse in den verschiedenen Regionen der untersuchten Seegebiete.

Im Bereich der Antarktischen Halbinsel (Abb. 4.76) werden die höchsten Biomasse-Werte auf zwei Stationen in der Bellingshausen See gemessen (Stationen 1130 und 1149). Die Werte betragen 1586 bzw. 1661 ml/1000 m<sup>3</sup> und ergeben sich aus sehr starken Krillkonzentrationen. Der mittlere Biomasse-Wert (Median) für die Gewässer an der Antarktischen Halbinsel beträgt 71 ml/1000 m<sup>3</sup>.

Sehr reiche Fänge liegen auch aus den Gewässern um Elephant Island, aus der südlichen Bransfield Straße sowie aus der nordwestlichen Weddell See vor. Die ozeanischen Stationen in der südlichen Drake Passage und der südlichen Scotia Sea erbringen vergleichsweise geringe Biomasse-Werte (<100 ml/1000 m<sup>3</sup>). Generell sind die Fangmengen auf den küsten- und schelfnahen Stationen größer als die der küstenfernen Stationen.

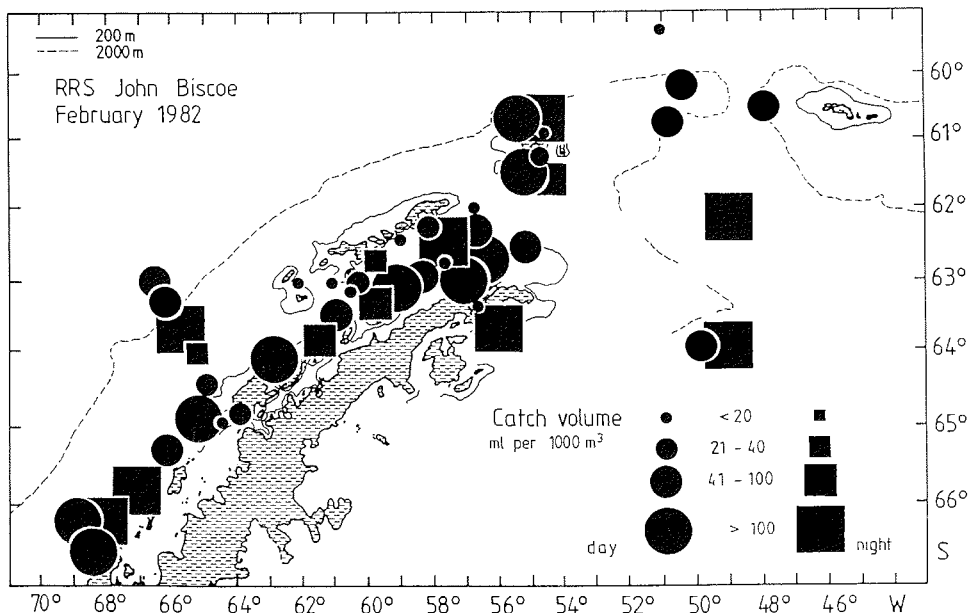


Abb. 4.76: Relative Fangvolumina im Bereich der Antarktischen Halbinsel.

In der Weddell See ergibt sich ein anderes Bild (Abb. 4.77). Die Fänge auf den Schelfgebieten, besonders die auf dem südlichen Schelf sind relativ arm an Biomasse. Die größten Fangmengen werden auf den ozeanischen Stationen und am östlichen Schelfhang erzielt. Eine Ausnahme bildet Station 215 auf dem östlichen Schelf vor Kap Norvegia. Hier wird eine große Konzentration von *Euphausia crystallorophias* befischt, aus der mit 280 ml/1000 m<sup>3</sup> die maximale Fangmenge resultiert. Die mittlere Biomasse (Median) in der Weddell See beträgt 16 ml/1000 m<sup>3</sup>, wodurch sie deutlich niedriger ist als die an der Antarktischen Halbinsel (s.o.) und sich von ihr signifikant unterscheidet (U-Test,  $\alpha = 0.05$ ).

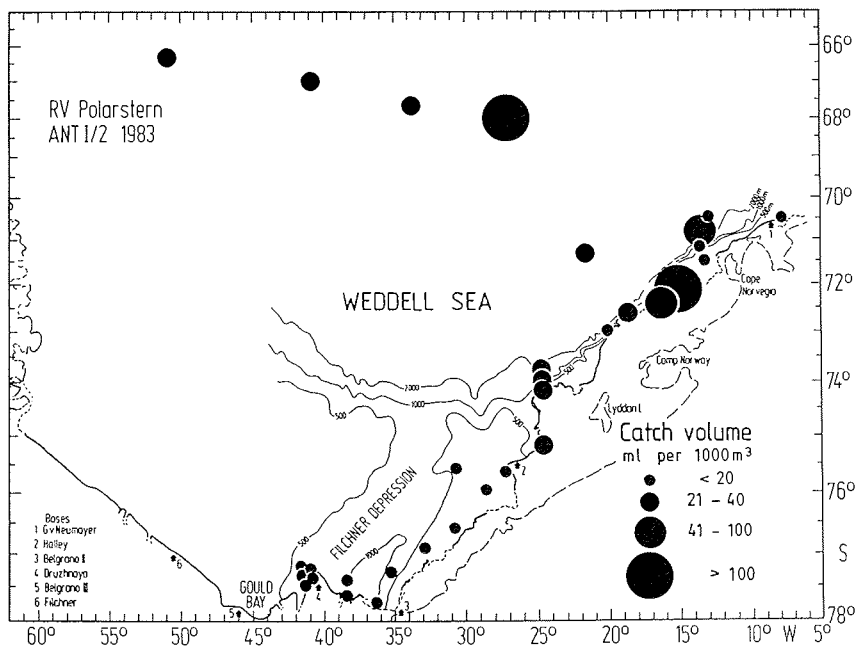


Abb. 4.77: Relative Fangvolumina in der Weddell See



#### 4.3. Vertikalverteilung und -wanderung

Da in beiden Untersuchungsgebieten die Standardhols mit dem RMT als Stufen-Schräghols gefahren wurden, läßt sich eine detaillierte Vertikalverteilung der einzelnen Taxa im Oberflächenwasser darstellen.

Die Standard-Fangintervalle der Stufen-Schräghols wurden nach hydrographischen Kriterien ausgewählt (s. Kap. 2.2), so daß drei verschiedene Wasserkörper nacheinander befischt wurden: die obere Schicht des warmen Tiefenwassers (RMT 8-1), die sich anschließende Winterwasserschicht (RMT 8-2) und die ihr aufliegende, durch die Temperatursprungschicht begrenzte, sommerlich erwärmte Deckschicht (RMT 8-3).

Aus technischen Gründen und mit Rücksichtnahme auf die Temperatursprungschicht konnten bei den Standardhols die Fangintervalle (200 - 135 - 70 - 0m) nicht immer genau eingehalten werden. Um für die Vertikalverteilung aber einheitliche Fangintervalle darzustellen, wurden diese aus allen Standardhols gemittelt. Für die verschiedenen Fanggebiete ergaben sich somit folgende mittlere Standard-Fangintervalle (Tab. 4.12):

Tab. 4.12: Mittlere Standard-Fangintervalle der ausgewerteten Stufen-Schräghols.

Fanggebiet	Mittlere Standard-Fangintervalle				ausgewertete Hols
	RMT 8-1	RMT 8-2	RMT 8-3		
Ant. Halbinsel					
- Taghols	198	- 135	- 70	- 0m	n = 43
(% s)	(8)	(10)	(24)		
- Nachthols	201	- 136	- 69	- 0m	n = 18
(% s)	(3)	(9)	(23)		
Weddell See	290	- 185	- 64	- 0m	n = 28
(% s)	(13)	(16)	(39)		

Eine nennenswerte Streuung ( $s > 20\%$ ) zeigt nur die untere Grenze des oberen Fangintervalls, da sie bei jedem Hol nach der Lage der Temperatursprungschicht gewählt wurde.

Die mittleren Abundanzen (Median  $\bar{x}$ ) der häufigsten Taxa in den drei Fangintervallen sind in Tab. 4.13 zusammengefaßt. Nur die positiven Fänge werden in den Berechnungen berücksichtigt, weil sonst auch Stationen miteinbezogen würden, die außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Taxa liegen. Eine Berücksichtigung dieser Nullfänge würde die mittleren Abundanzen stark vermindern und verzerren.

Die Abb. 4.78 und 4.79 zeigen für die häufigsten Taxa die relative Verteilung der gefangenen Individuen auf die drei Fangintervalle. Für die Antarktische Halbinsel werden die Tag- und Nachtfänge getrennt darge-

stellt. Der Vergleich von mittleren Abundanzen (Tab. 4.13) mit den prozentualen Verteilungen (Abb. 4.78; 4.79) in den drei Tiefenstufen ergibt für einige Taxa eine uneinheitliche Vertikalverteilung. Am Beispiel von Euphausia superba sei dies näher erklärt: In der Weddell See beträgt die mittlere Abundanz in der oberen Schicht  $\bar{x} = 2.00$  Ind./1000 m<sup>3</sup>, in der mittleren  $\bar{x} = 8.29$  Ind./1000 m<sup>3</sup> und in der unteren  $\bar{x} = 1.74$  Ind./1000 m<sup>3</sup> (Tab. 4.13). Daraus ließe sich ableiten, daß E. superba seine Hauptverbreitung in der mittleren Schicht hat. In der Darstellung der prozentualen Verteilung der Individuen auf die drei Schichten (Abb. 4.79) ergibt sich jedoch ein anderes Verbreitungsmuster. 84% der gefangenen Tiere verteilen sich auf die obere, 9% auf die mittlere und 7% auf die untere Schicht. Danach wäre die Hauptverbreitung von E. superba in der oberen Schicht.

Die hohe mittlere Abundanz (Median!) in der mittleren Schicht resultiert aus wenigen, aber relativ hohen Abundanzen, die den Mittelwert sehr nach oben verschieben. In der oberen Schicht gibt es mehr positive Fänge. Dort treten zwar auch hohe Abundanzen auf, die niedrigeren überwiegen aber, so daß die mittlere Abundanz insgesamt niedrig ist. Die Summe der auf allen Stationen gefangenen Individuen ist jedoch in der oberen Schicht größer als in der mittleren. Dies kommt in der Darstellung der prozentualen Verteilung klar zum Ausdruck.

Die mittleren Abundanzen ermöglichen den unmittelbaren Vergleich der Individuendichten aus den drei Tiefenstufen. Die Verteilung der gefangenen Individuen auf die drei Schichten wird nur durch die prozentuale Verteilung erfaßt. Sie gibt die relativen Anteile aller gefangenen Individuen eines Taxons auf die drei Schichten an und ermöglicht den direkten Vergleich der Vertikalverteilung zwischen den Taxa unabhängig von der Größe der gefangenen Individuenzahl. Darum gebe ich der prozentualen Verteilung (Abb. 4.78; 4.79) bei der graphischen Darstellung der Vertikalverteilung im folgenden den Vorzug, zumal eine Variabilität in der prozentualen Verteilung von Station zu Station nur bei den Arten mit einem deutlichen Schwarmverhalten auftritt. Die Summe der Individuen, aus der sich die Vertikalverteilung ergibt, ist in den Abbildungen angegeben (n).

Unterschiedliche Vertikalverteilungen sind besonders deutlich bei den Euphausiaceen-Arten zu erkennen. Euphausia superba konzentriert sich in Tag- und Nachthols an der Antarktischen Halbinsel und auch in der Weddell See sehr stark in den Wassermassen oberhalb der Sprungschicht (jeweils  $\geq 70\%$ ). E. crystallorophias hingegen bevorzugt die Wassermassen unter der Sprungschicht. Nur in den Nachtfängen findet eine Konzentration (69%) in der Deckschicht statt. Ähnliches gilt für E. frigida (78%). E. triacantha ist in den Taghols fast nur (96%) in der unteren Schicht vertreten, verteilt sich während der Nacht aber auf alle drei Schichten. Thysanoessa macrura tritt an der Antarktischen Halbinsel am Tage wie in der Nacht vermehrt über der Sprungschicht auf (56 bzw. 43%), während die Art in der Weddell See deutlich die mittlere Schicht bevorzugt. T. macrura ist unter den Euphausiaceen der Vertreter, der sich am gleichmäßigsten auf alle drei Schichten verteilt.

Tab. 4.13: Mittlere Abundanzen (Median  $\bar{x}$ , Ind./1000m<sup>3</sup>) der häufigsten Taxa in den verschiedenen Fangintervallen des Oberflächenwassers. #Siphonophoren und Chaetognathen in den Fangen aus dem Bereich der Antarktischen Halbinsel wurden nicht nach Arten getrennt.

Taxon	Antarktische Halbinsel						Weddell See		
	Taghols (06 - 22 h)			Nachthols (22 - 06 h)					
	198-135m	135-70m	70-0m	201-136m	136-69m	69-0m	290-185m	185-64m	64-0m
<b>COELENTERATEN</b>									
Cal. borchgrevinki	0.10	0.09	-	0.06	-	-	0.30	0.49	0.32
#Diphyes antarctica	-	-	-	-	-	-	4.08	4.47	2.48
#Dimophyes arctica	-	-	-	-	-	-	5.56	1.99	1.83
#Pyrostephos vanhoeffeni	-	-	-	-	-	-	3.07	1.98	2.53
#Vogtia serrata	-	-	-	-	-	-	2.69	0.54	2.07
Siphonophoren (ges.)	3.53	3.00	1.02	2.35	2.89	1.61	17.00	9.00	12.00
<b>MOLLUSKEN</b>									
Echinospira sp.(larv.)	0.10	0.15	-	-	-	-	1.28	1.32	4.31
Limacina helicina	0.12	0.12	0.14	0.55	0.10	-	1.66	0.65	7.03
Clio nebulosa	0.23	0.14	1.08	0.22	0.35	0.28	0.41	0.34	0.87
Spo. australis	0.20	0.13	0.14	0.10	-	0.08	0.10	0.12	0.37
Clio pyramidata	0.09	0.41	0.21	0.05	-	0.14	0.88	0.73	3.15
Galiteuthis glacialis	0.11	-	0.14	0.20	0.12	-	0.20	0.33	0.46
<b>POLYCHAETEN</b>									
Tomopteris carpenteri	0.23	0.24	0.34	0.12	0.29	0.15	0.12	0.07	0.22
Tomopteris sp.	0.34	0.46	0.55	0.25	0.23	1.95	0.23	0.10	0.31
<b>CRUSTACEEN</b>									
Cylopus lucasii	0.17	0.23	0.21	0.52	0.30	0.14	0.22	0.29	0.37
Hyperietta dilatata	0.11	0.12	0.14	0.18	0.18	0.55	0.14	0.52	0.32
Themisto gaudichaudii	1.56	2.26	9.54	0.94	0.48	2.47	-	-	-
Prinno macropa	0.22	0.23	0.16	0.64	0.12	0.14	0.43	0.39	0.52
Eus. propeperdentatus	-	0.11	-	0.34	0.12	0.11	2.29	0.80	0.58
Epimeriella macronyx	-	0.11	0.12	-	0.11	-	0.66	0.14	0.46
Euphausia superba	5.44	4.28	83.65	33.50	93.92	157.50	1.74	8.29	2.00
E. frigida	0.78	0.46	0.14	0.86	4.17	8.23	-	-	-
E. triacantha	0.26	0.18	-	0.65	0.20	0.15	-	-	-
E. crystallorophias	0.63	1.93	1.59	0.80	1.50	5.09	19.77	8.88	6.09
Thysanoessa macrura	34.02	26.44	29.23	27.05	42.03	33.31	1.16	1.03	0.92
Aca. pelagica (larv.)	0.10	0.30	0.49	2.69	0.28	0.15	0.63	0.27	0.12
<b>CHAETOGNATHEN</b>									
#Sagitta gazellae	-	-	-	-	-	-	6.56	6.81	2.13
#Sagitta marri	-	-	-	-	-	-	0.98	0.77	0.22
#Eukrohnia hamata	-	-	-	-	-	-	5.75	4.11	1.73
#E. bathypelagica	-	-	-	-	-	-	0.28	0.20	0.29
Chaetognathen (ges.)	5.00	2.00	0.80	3.53	3.12	2.05	16.00	14.00	3.00
<b>TUNICATEN</b>									
Salpa thompsoni	0.43	4.62	0.95	11.90	13.66	54.12	2.89	2.29	0.63
<b>FISCHE/FISCHLARVEN</b>									
P. antarcticum (AC 0)	0.11	0.23	0.14	2.71	0.40	0.52	0.59	0.66	5.50
P. antarcticum (AC 1)	0.21	0.18	0.14	1.38	1.17	0.32	0.12	0.20	0.25
P. antarcticum (AC 2)	1.57	0.46	0.26	0.60	0.41	0.27	0.21	0.10	0.31
P. antarcticum (adult)	-	-	-	-	-	-	0.66	0.36	0.18
Aet. mitopteryx (larv.)	-	-	-	-	-	-	1.55	0.41	0.73
Not. coatsi (larv.)	0.11	0.18	0.14	0.20	0.23	-	0.90	0.33	0.84

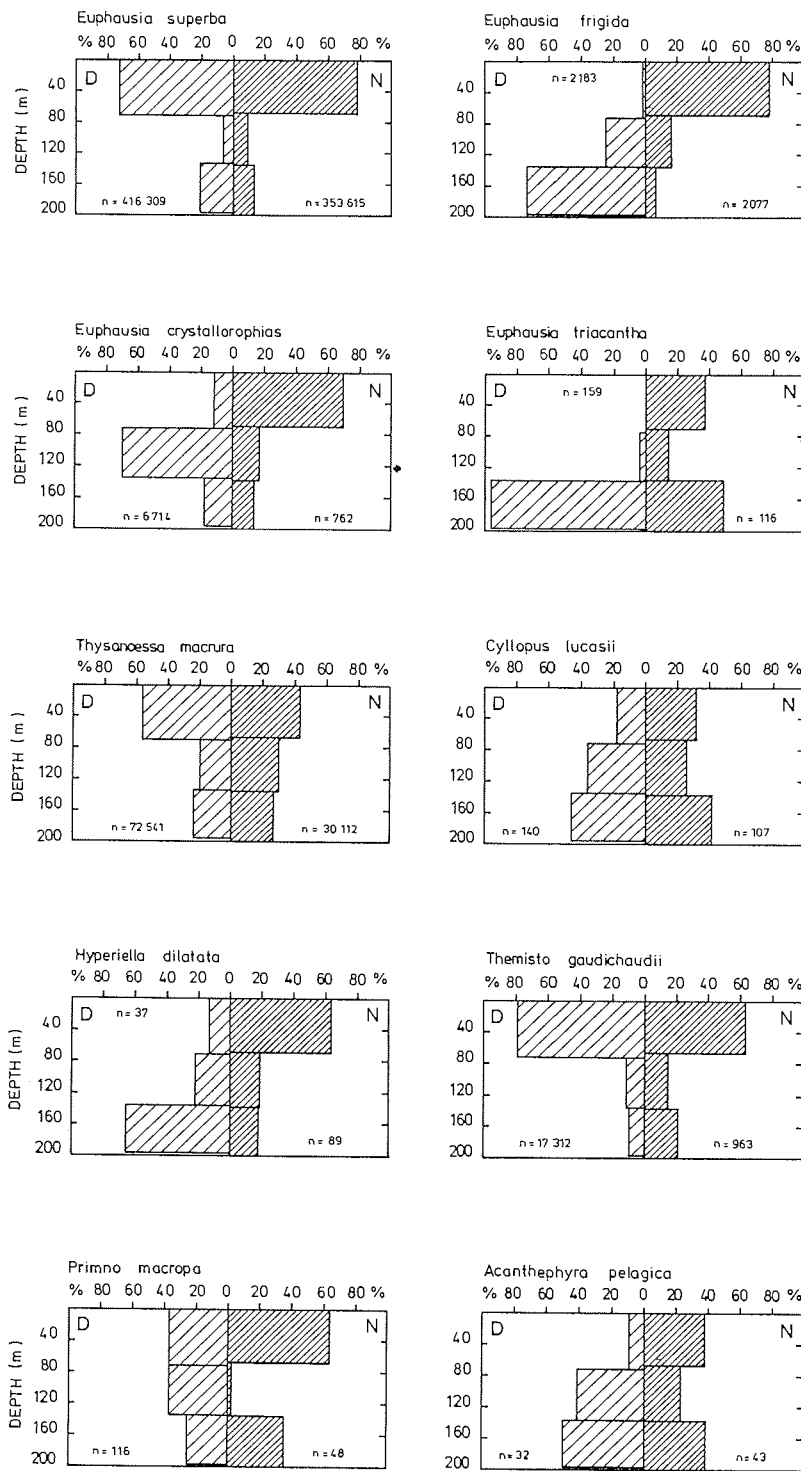


Abb. 4.78: Vertikalverteilung der häufigsten Makroplankton-Taxa an der Antarktischen Halbinsel im Februar 1982. Prozentuale Verteilung der gefangenen Individuen (n) auf die drei Fangintervalle. D = Taghols, N = Nachthols.

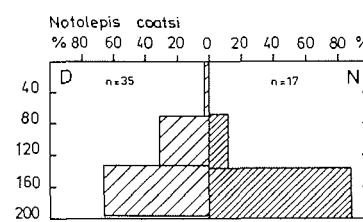
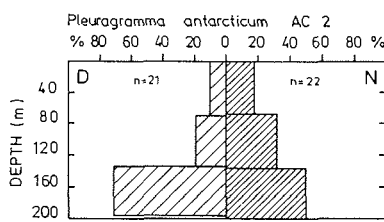
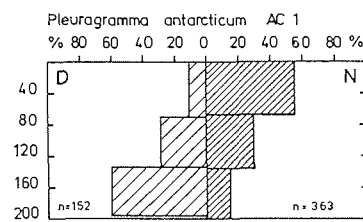
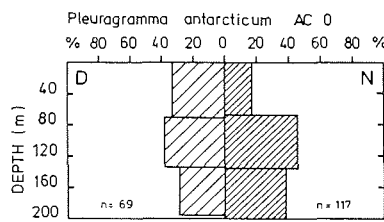
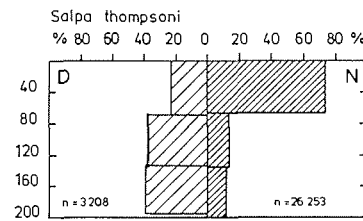
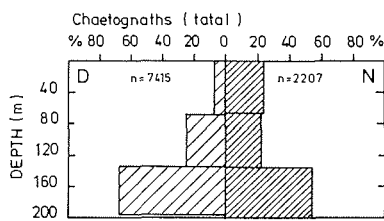
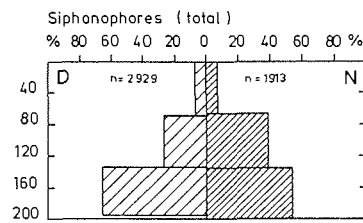
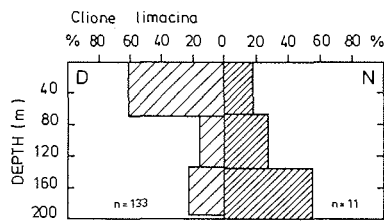
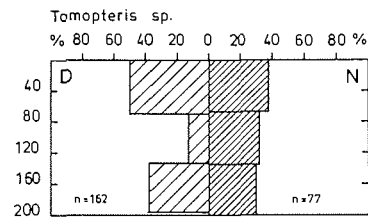
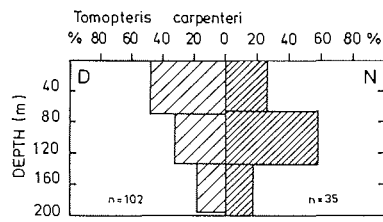


Abb. 4.78: (Fortsetzung).

Alle Chaetognathen (Sagitta gazellae, S. marri, Eukrohnia hamata, E. bathypelagica) zeigen in der Weddell See deutliche Präferenzen für die Wassermassen unterhalb der Temperatursprungschicht. Am ausgeprägtesten ist dieses Verteilungsmuster bei S. marri, die eindeutig das warme Tiefenwasser bevorzugt (74%). Die Vertikalverteilung der Gesamtgruppe Chaetognathen an der Antarktischen Halbinsel ähnelt der in der Weddell See, jedoch ist die relative Anzahl der Tiere über der Sprungschicht nachts deutlich höher (24%) als am Tage (7%). Dies deutet auf eine Vertikalwanderung in Richtung Wasseroberfläche während der Nacht hin.

Salpa thompsoni ist tagsüber ein typischer Bewohner der Wassermassen unter der Temperatursprungschicht. In den Nachthols an der Antarktischen Halbinsel konzentrieren sich die Tiere sehr stark in der Deckschicht (74%).

Die verschiedenen frühen Lebensstadien des Antarktischen Silberfisches Pleuragramma antarcticum zeigen deutliche Unterschiede in ihrer Vertikalverteilung. Die Postlarven (AC 0) sind an der Antarktischen Halbinsel in Tag- und Nachtfängen relativ gleichmäßig über die drei Tiefenstufen verteilt. In der Weddell See jedoch ergibt sich eine auffällige Konzentration in der Deckschicht (78%). Die juvenilen Tiere der Altersklasse 1 (AC 1) zeigen in den Taghols an der Antarktischen Halbinsel ein Verbreitungsmaximum in der unteren Schicht (60%). In den Nachthols sowie in der Weddell See werden die meisten Tiere in der Deckschicht angetroffen (55 bzw. 63%). Die Juvenilen der Altersklasse 2 (AC 2) und die Adulten (nur in der Weddell See) bevorzugen eindeutig die unteren Wasserschichten. Die Postlarven einer weiteren Nototheniiden-Art, Aethotaxis mitopteryx, werden in der Weddell See zu 77% in der Deckschicht angetroffen. Wie zu erwarten, konzentrieren sich die frühen Lebensstadien von Notolepis coatsi in beiden Untersuchungsgebieten in den unteren Wassermassen. Sie sind typische Vertreter der mesopelagischen Ichthyofauna des warmen Tiefenwassers.

Durch den Vergleich der Vertikalverteilungen in Tag- und Nachthols an der Antarktischen Halbinsel (Abb. 4.78) wird die tagesperiodische Vertikalwanderung einiger Arten bzw. Taxa deutlich.

Zu den Arten, die tagsüber in den tieferen Wasserschichten leben und nachts in die erwärmte Deckschicht über der Temperatursprungschicht wandern, gehören Euphausia frigida, E. triacantha, E. crystallorophias, Hyperiella dilatata, Acanthephyra pelagica, Salpa thompsoni, die Juvenilen (AC 1) von Pleuragramma antarcticum und im verminderten Maße auch Primno macropa und die Chaetognathen.

Alle anderen Arten zeigen tagsüber weitgehend das gleiche Verteilungsmuster wie in der Nacht.

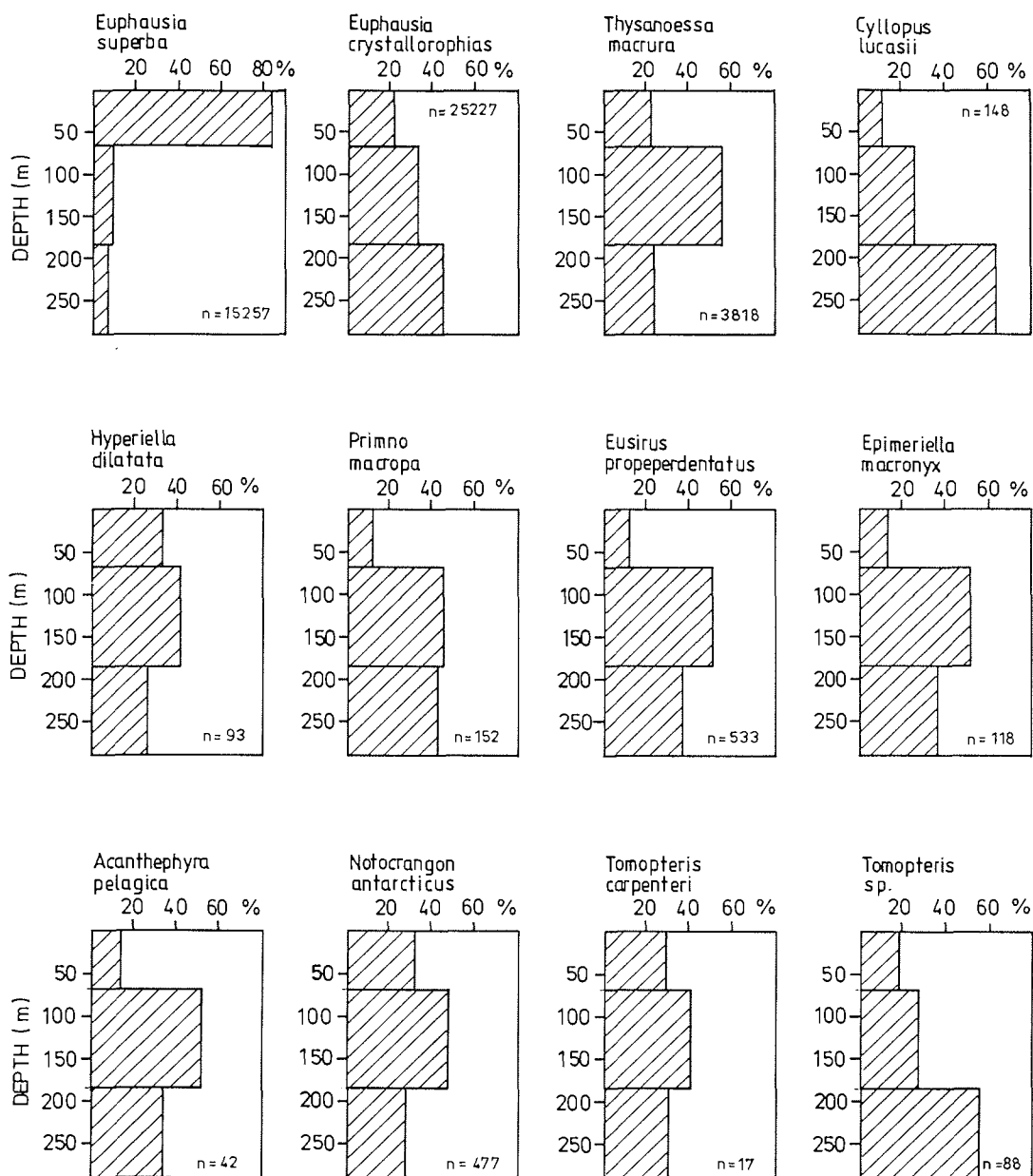


Abb. 4.79: Vertikalverteilung der häufigsten Makroplankton-Taxa in der Weddell See, Februar/März 1983. Prozentuale Verteilung der gefangenen Individuen (n) auf die drei Fangintervalle.

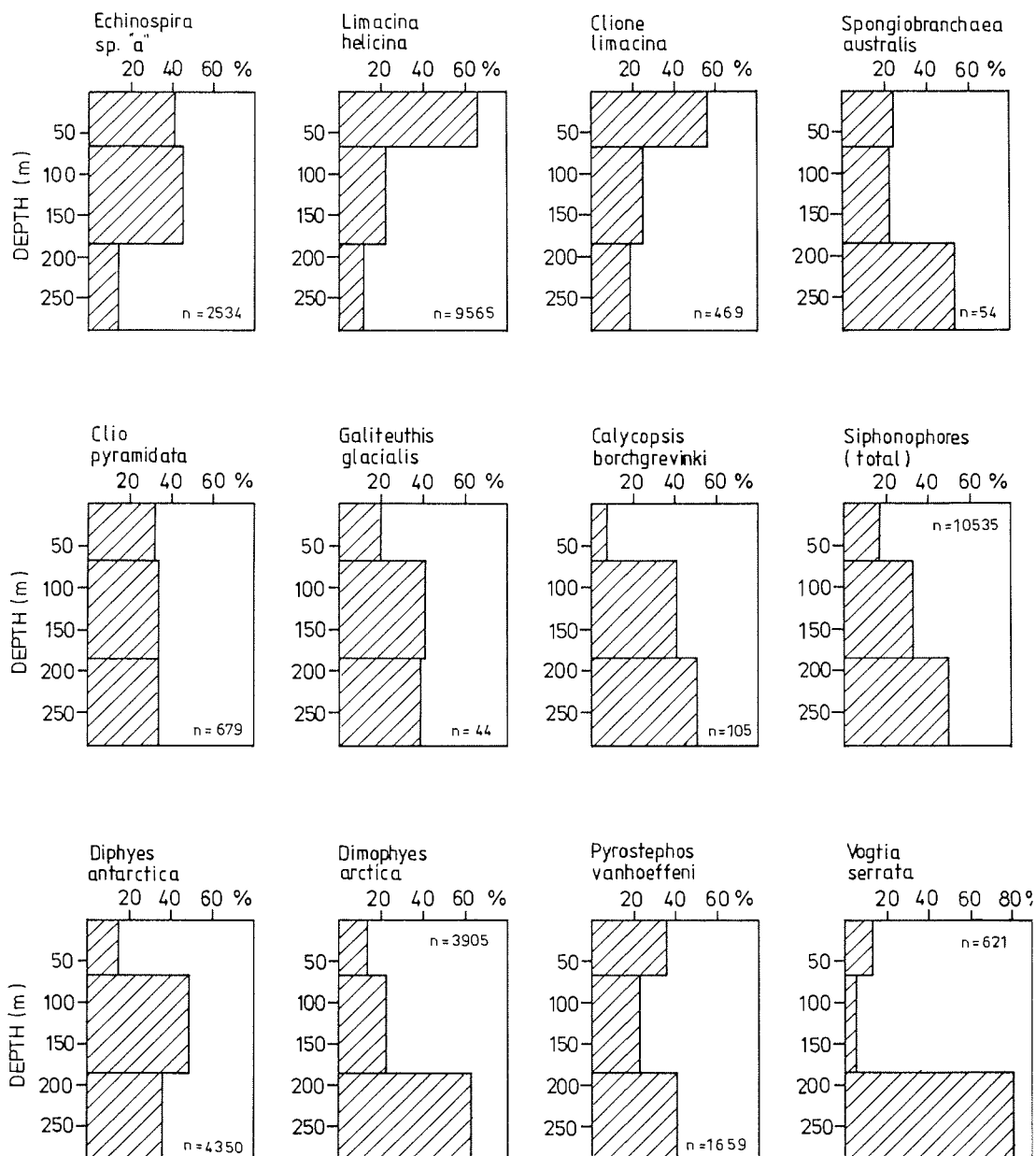


Abb. 4.79: (Fortsetzung).



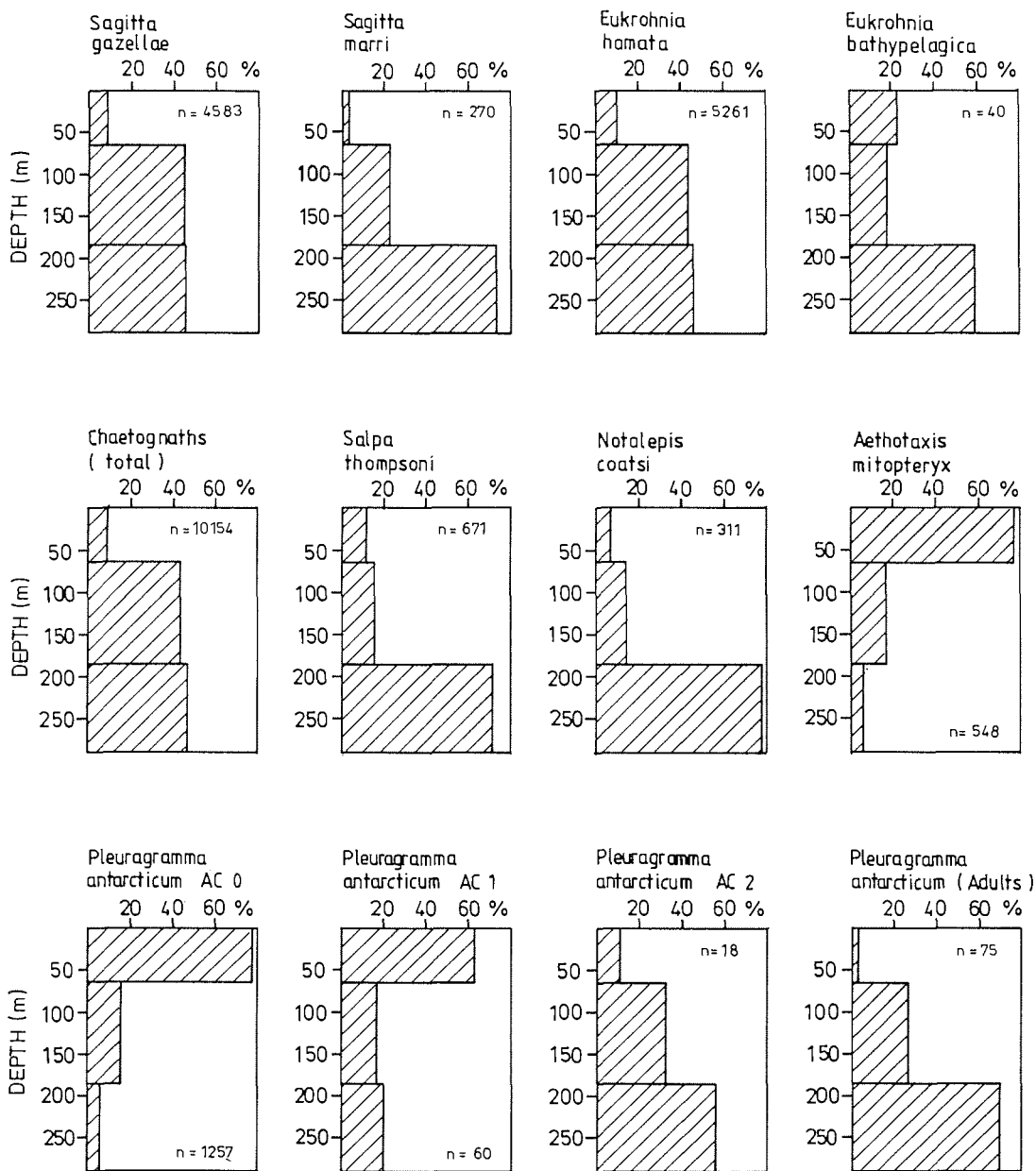


Abb. 4.79: (Fortsetzung).

#### 4.4. Gemeinschaftsanalyse

Die in Kap. 2.5 beschriebenen Verfahren der multivariaten Datenanalyse erbrachten getrennt für den Bereich der Antarktischen Halbinsel und für die Weddell See sowohl für die Stationen als auch für die Makroplankton-Taxa sinnvoll interpretierbare Gemeinschaften. Die verwendeten Distanzmaße (Jaccard-Index, Canberra-Metrik) lieferten unterschiedliche Gruppierungen, die im folgenden in Form von Dendrogrammen graphisch dargestellt und verglichen werden (Abb. 4.80; 4.82; 4.84). Die Ordinate der Dendrogramme zeigen die durch die Clusteranalyse erzeugte Reihenfolge der Stationen bzw. Taxa, während auf den Abszissen die Distanzmaße aufgetragen sind. Der Grenzwert für das Distanzmaß, bei dem eine Aufteilung der Stationen bzw. Taxa in Cluster und damit in die Gemeinschaften erfolgen soll, muß vom Anwender subjektiv gewählt werden. Er sollte dort angesetzt werden, wo eine Gruppierung in interpretierfähige Cluster erfolgt. Diese sehr subjektive Entscheidung ist in der Clusteranalyse notwendig, da sie eine beschreibende Statistik ist. Sie dient lediglich als eine Orientierungshilfe in der Interpretation von Daten, womit sie im Gegensatz zur beurteilenden oder prüfenden Statistik steht, die dem Anwender die Entscheidung vorgibt.

Die sich abzeichnenden Cluster für die Antarktische Halbinsel und die Weddell See werden im folgenden mit JA, JW (Jaccard-Index) und CA, CW (Canberra-Metrik) bezeichnet.

##### 4.4.1. Gruppierung der Stationen

Im folgenden soll geklärt werden, ob und wie sich die Stationen in den Untersuchungsgebieten gruppieren lassen. Mit der Clusteranalyse wird untersucht, ob sich verschiedene geographische oder hydrographische Gebiete allein anhand ihrer Makroplanktonzusammensetzung unterscheiden lassen und dadurch verschiedene Stationsgruppen (Stationscluster) darstellen, die Faunenprovinzen wiedergeben.

##### 4.4.1.1. Antarktische Halbinsel

Für die Clusteranalyse werden von den Standardstationen nur jene ausgewählt, die am Tage stattfanden ( $n = 36$ ). Damit soll verhindert werden, daß durch tagesperiodisch vertikal wandernde Arten, deren Abundanzen in der Nacht im Oberflächenwasser stark zunehmen, die Gemeinschaftsstruktur verzerrt wird. Nur die 42 häufigsten Taxa, d.h. die Taxa, die mindestens an zwei Stationen vorkommen, werden in den Analysen berücksichtigt, wodurch das Auftreten seltener Arten, die nur gelegentlich und vielleicht zufällig in den Fängen auftreten, nicht überbewertet wird.

Mit dem Jaccard-Index als Distanzmaß und dem "complete linkage" als Verknüpfungsstrategie ergibt sich bei einem kritischen Distanzwert von 75 eine Gruppierung, bei der sich fünf Stationscluster unterscheiden (Abb. 4.80a). Das Cluster JA 1 umfaßt die ozeanischen Stationen und die Stationen, die auf den Schelfhängen liegen. Zwei Untergruppen sind zu erkennen: Die obere (7 Stationen) verknüpft die Stationen über den Schelfhängen, die untere (5 Stationen) die ozeanischen Stationen östlich von 52°W. Vier der fünf Stationen, die im Cluster JA 2 verknüpft

sind, liegen nahe Anvers Island in der nordöstlichen Bellingshausen See. Die fünfte (Station 997) in der nordöstlichen Bransfield Straße, im Einflußbereich des Bellingshausen See Wassers (s. Kap. 3.1). Im dritten Cluster (JA 3) befinden sich vier Stationen aus der Bellingshausen See und zwei Stationen aus dem südwestlichen Teil der Bransfield Straße. Das vierte Cluster (JA 4) faßt neun Stationen zusammen, die geographisch wie hydrographisch nicht sehr einheitlich sind. Sie liegen alle in Gebieten (Bransfield Straße, Elephant Island), in denen sich verschiedene Wassermassen mischen. Das Cluster JA 5 gruppiert vier Stationen, die deutlich vom Weddell See Wasser geprägt sind: zwei liegen im Antarctic Sound und zwei in der südlichen Bransfield Straße.

Insgesamt entspricht diese nur aus der Präsenz von Zooplanktonarten abgeleitete Gruppierung der Stationen deutlich geographischen und hydrographischen Kriterien.

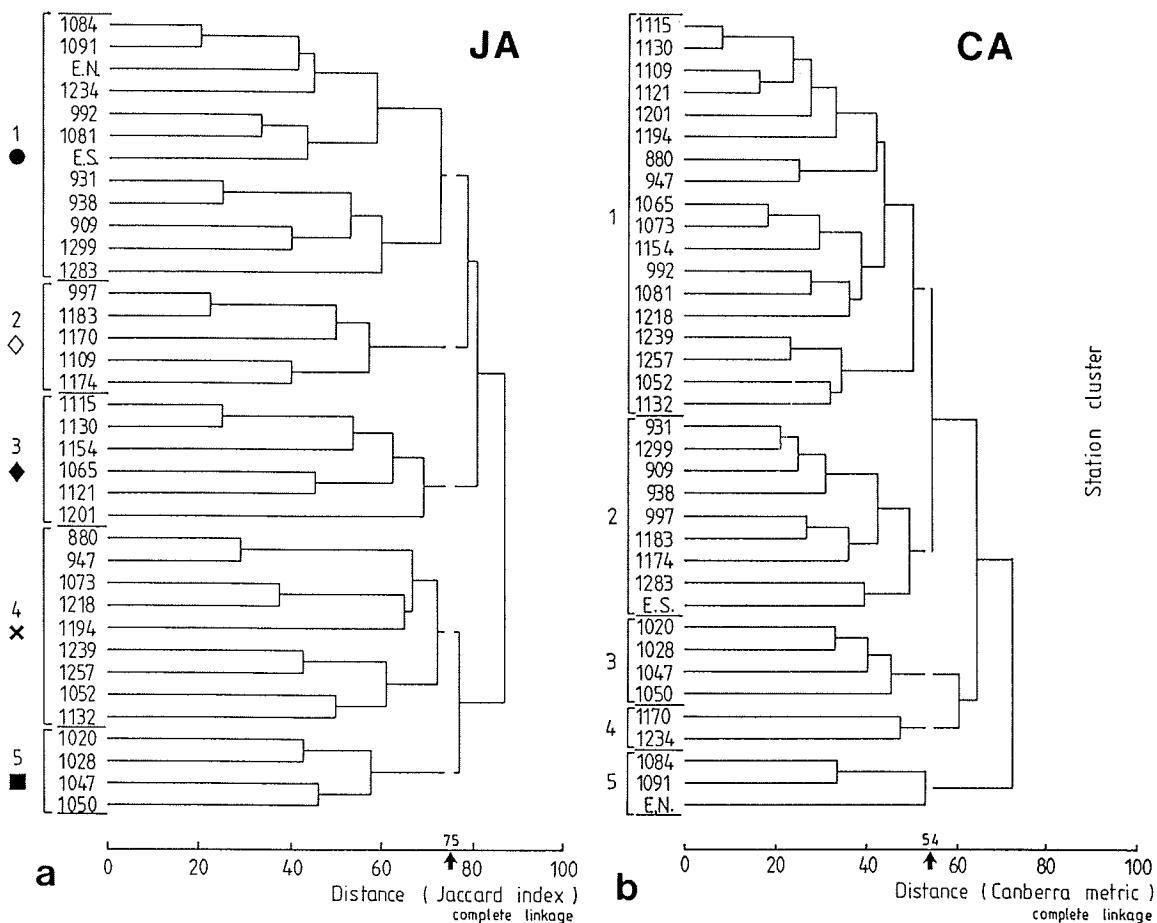


Abb. 4.80: Gruppierung der Standardstationen an der Antarktischen Insel. Dendrogramme der Clusteranalysen mit Jaccard-Index (a) und Canberra-Metrik (b). E.N. = Dauerstation nördlich von Elephant Island, E.S. = Dauerstation südlich von Elephant Island.

Die Clusteranalyse mit der Canberra-Metrik, die neben Präsenz und Ab-  
senz auch die Abundanzen der Taxa beim Vergleich der Stationspaare be-  
rücksichtigt, ergibt eine deutlich andere Gruppierung. Mit dem "com-  
plete linkage" und einem kritischen Distanzmaß von 54 entsteht ein  
Dendrogramm mit ebenfalls fünf Stationsclustern (Abb. 4.80b). Mit 18  
Stationen ist Cluster CA 1 das größte. Sechs der Stationen liegen in  
der Bellingshausen See, die anderen verteilen sich auf die Bransfield  
Straße und auf die Schelfregion von Elephant Island. Alle liegen im  
Einflußbereich des Bellingshausen See Wassers. Das zweite Cluster (CA  
2) besteht aus neun Stationen, von denen sieben im ozeanischen Bereich  
liegen und zwei (Station 1174 und 1183) im Schelfgebiet von Anvers Is-  
land. Das dritte Cluster (CA 3) gruppiert vier Stationen, die vom Wed-  
dell See Wasser geprägt sind. Es ist identisch mit Cluster JA 5, das  
mit dem Jaccard-Index entsteht. Das Cluster CA 4 besteht aus zwei Sta-  
tionen, deren hydrographische Gemeinsamkeiten nicht ersichtlich sind.  
Eine Station (Station 1234) liegt in der nordöstlichen Bransfield Stra-  
ße, die andere (Station 1170) südlich von Anvers Island. Das fünfte  
Cluster (CA 5) schließlich verbindet die beiden ozeanischen Stationen  
in der südlichen Drake Passage mit der Dauerstation auf dem nördlichen  
Schelfhang von Elephant Island.

Die Gruppierung mit der Canberra-Metrik ist schwieriger zu interpretie-  
ren als die mit dem Jaccard-Index. Da die Canberra-Metrik ja auch die  
Abundanzen der Taxa berücksichtigt (s. Kap. 2.5), können hohe Abundan-  
zen einiger schwarmbildender Arten Gruppierungen von Stationen verursa-  
chen (Cluster CA 2, CA 4), die nach hydrographischen Kriterien nicht  
interpretierfähig erscheinen.

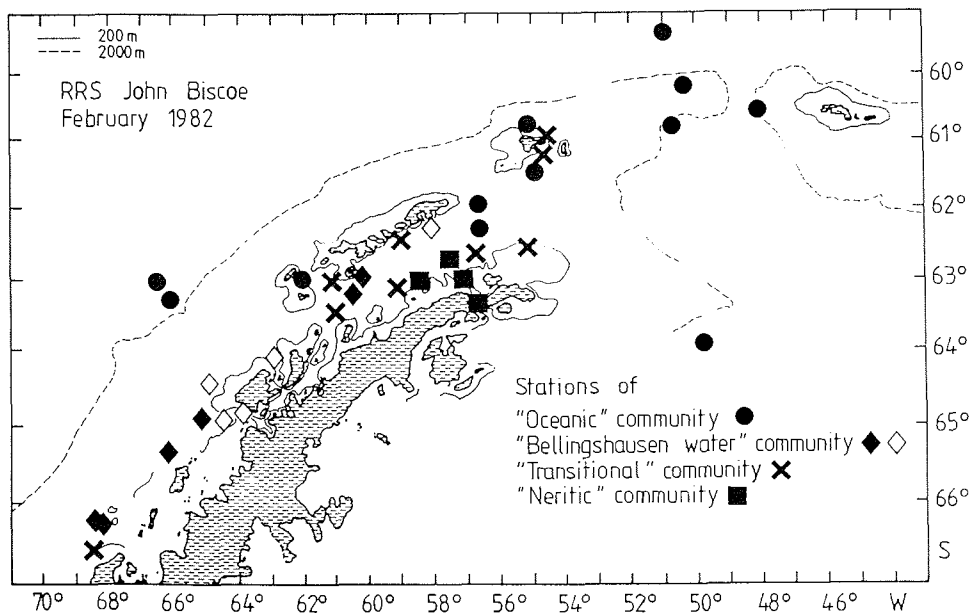


Abb. 4.81: Stationsgemeinschaften an der Antarktischen Halbinsel (nach Clusteranalyse mit Jaccard-Index; Vgl. Abb. 4.80a). Erläuterungen im Text.

Die geographische Darstellung der Stationscluster (Abb. 4.81) beruht daher auf dem Dendrogramm, das aus dem Clusterverfahren mit dem Jaccard-Index resultiert. Die Benennung von vier Stationsgemeinschaften erfolgt nach geographisch-hydrographischen Kriterien (s. Abb. 4.81). Die Cluster JA 2 und JA 3 werden als Bellingshausen See Wasser-Gemeinschaft zusammengefaßt, in der so genannten Übergangsgemeinschaft ("Transitional" community) befinden sich überwiegend die Stationen, die an den Schelfhängen liegen und die hydrographisch nicht einheitlich sind.

#### 4.4.1.2. Weddell See

Die Clusteranalyse wurde hier mit den 32 Standardstationen durchgeführt, deren Ähnlichkeitsmatrix mit den 49 häufigsten Taxa berechnet wurde (Abb. 4.82). Mit dem Jaccard-Index und der "average linkage"-Verknüpfung ergibt sich bei einem kritischen Distanzmaß von 50 eine Gruppierung, aus der fünf Cluster hervorgehen (Abb. 4.82a).

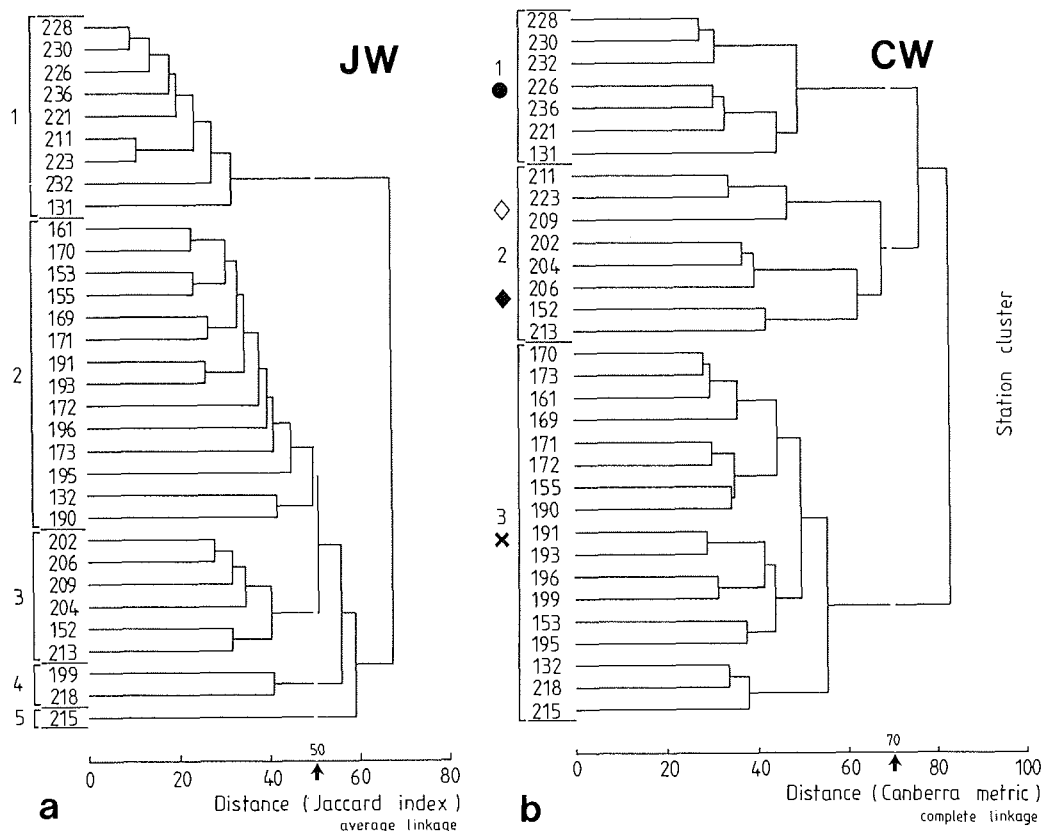


Abb. 4.82: Gruppierung der Standardstationen in der Weddell See. Dendrogramme der Clusteranalysen mit Jaccard-Index (a) und Canberra-Metrik (b).

Im Cluster JW 1 werden neun Stationen zusammengefaßt, die im ozeanischen Teil der Weddell See liegen oder nahe am nordöstlichen Schelfhang. Das zweite Cluster (JW 2) besteht aus der großen Gruppe der Stationen ( $n = 13$ ) des weiten südlichen Schelfs (südlich von  $75^{\circ}30'S$ ) sowie einer Station (Station 132), die auf dem flachen und sehr schmalen nordöstlichen Schelf liegt. Im Cluster JW 3 werden fünf Stationen, die am nordöstlichen Schelfhang liegen und eine Station aus dem nördlichen Bereich des südlichen Schelfs (Station 152) gruppiert. Diese Stationsgemeinschaft resultiert aus den Vermischungen der ozeanischen und der Schelffauna. Das vierte Cluster (JW 4; Stationen 199 und 218) und das fünfte Cluster (JW 5), das nur aus der Station 215 besteht, setzen sich aus Stationen zusammen, die sehr küstennah auf dem flachen Schelf der nordöstlichen Weddell See liegen.

Die Gruppierung mit der Canberra-Metrik und dem "complete linkage"-Verfahren verläuft ähnlich. Bei einem kritischen Distanzmaß von 70 ergeben sich drei Cluster (Abb. 4.82b). Im ersten (CW 1) befinden sich die ozeanischen Stationen ( $n = 7$ ), die über Wassertiefen  $> 2300m$  liegen. Das zweite Cluster (CW 2) enthält die Stationen, die im Cluster JW 3 mit dem Jaccard-Index gruppiert sind sowie zwei Stationen (Station 211, 223), die am nordöstlichen Schelfhang liegen. Es bildet zwei Untergruppen, in denen die mehr ozeanischen Stationen (209, 211, 223) von den schelfnahen Stationen (152, 202, 204, 206, 213) unterschieden werden. Dieses Cluster faßt die Stationen des Vermischungsgebietes der ozeanischen und der Schelffauna zusammen. Im dritten Cluster (CW 3) befinden sich alle Stationen des südlichen Schelfs sowie drei Stationen

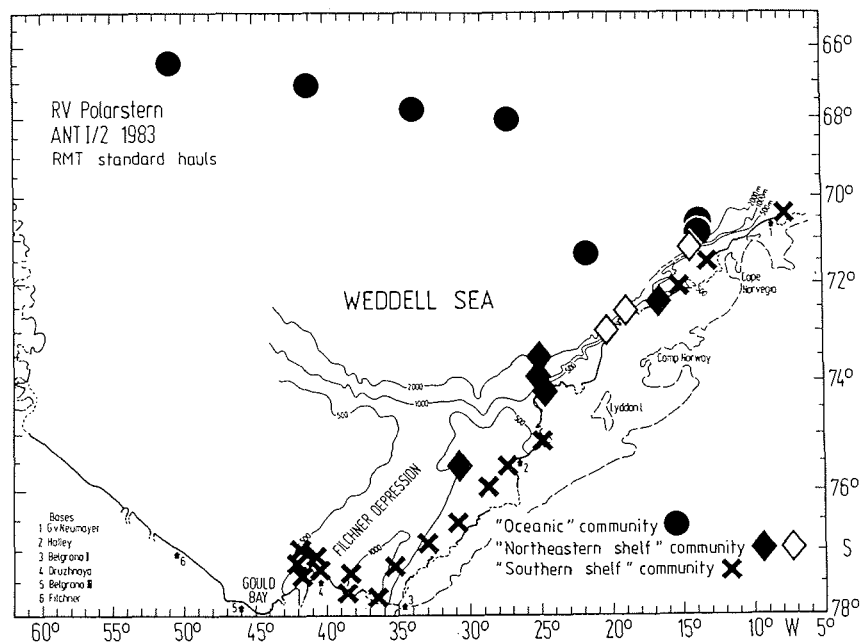


Abb. 4.83: Stationsgemeinschaften der Weddell See (nach Clusteranalyse mit Canberra-Metrik, Vgl. Abb. 4.82). Erläuterungen im Text.

(132, 218, 215), die auf dem nordöstlichen Schelf direkt vor der Schelfeiskante liegen. Sie werden diesem Cluster zuletzt zugeordnet und werden von neritischen Taxa dominiert.

Die Cluster aus dem Dendrogramm nach der Canberra-Metrik ergeben sehr gut interpretierbare Stationsgemeinschaften. Die Übertragung in die geographische Darstellung und die Benennung der drei Gemeinschaften, die aus der Gruppierung mit der Canberra-Metrik resultieren, zeigt Abb. 4.83. Die Untergruppierung im zweiten Cluster (CW 2) wird dabei durch verschiedene Symbole berücksichtigt.

#### 4.4.2. Diversitäten, Äquitäten und Dominanzen

##### 4.4.2.1. Antarktische Halbinsel

Mittlere Diversität ( $\bar{H}$ ) und Äquität ( $\bar{R}$ ) in jeder Stationsgemeinschaft sowie mittlere und maximale Anzahlen der Taxa sind in Tab. 4.14 dargestellt.

Tab. 4.14: Anzahl der Stationen, mittlere Diversität und Äquität und Anzahl der Taxa in den Stationsgemeinschaften im Bereich der Antarktischen Halbinsel, Februar 1982.

	Ozeanische Gemeinschaft	Bellingshausen See- Wasser-Gemeinschaft	Übergangs- gemeinschaft	Neritische Gemeinschaft
Anzahl Stationen	12	11	9	4
Diversität ( $\bar{H}$ )	$1.10 \pm 0.49$	$0.74 \pm 0.53$	$0.74 \pm 0.52$	$0.92 \pm 0.89$
Äquität ( $\bar{R}$ )	$0.39 \pm 0.17$	$0.29 \pm 0.18$	$0.28 \pm 0.20$	$0.25 \pm 0.23$
Anzahl Taxa (S) (max./mittl.)	$25/18 \pm 5$	$23/12 \pm 5$	$16/14 \pm 2$	$30/22 \pm 5$

In allen vier Gemeinschaften sind die Werte für Diversität und Äquität sehr heterogen, wodurch hohe Standardabweichungen bei den Mittelwerten entstehen. Die mittleren Diversitäten und Äquitäten sind in allen Gemeinschaften sehr gering, und es gibt in keinem Fall signifikante Unterschiede (U-Test,  $\alpha = 0.05$ ). Letzteres ist überraschend, da die Gruppierung der Stationen zu Gemeinschaften (s. Abb. 4.80; 4.81) verschiedene mittlere Diversitäten und Äquitäten erwarten ließe. Eine Gruppierung der Stationen nach verschiedenen Diversitäten bzw. Äquitäten kann also nicht vollzogen werden. Dies wird auch in Abb. 4.85 deutlich: Neben der zu erwartenden hochsignifikanten Beziehung ( $r = 0.98$ ) zwischen Äquität und Diversität (weil  $R = H/H_{\max}$ ) ist eine sukzessive Gruppierung der Stationsgemeinschaften entlang der Regressionsgeraden nicht ersichtlich.

Zwischen der Anzahl der Taxa (S) und der Diversität existiert nur eine mittelmäßige, positive Korrelation ( $r = 0.59$ ; Abb. 4.84). Daraus ist zu folgern, daß eine Zunahme der Arten- bzw. Taxa-Anzahl die Diversität nur geringfügig erhöht. Die Größe der Diversität richtet sich demnach hauptsächlich nach einer gleichmäßigen Verteilung der Individuen auf die verschiedenen Taxa.

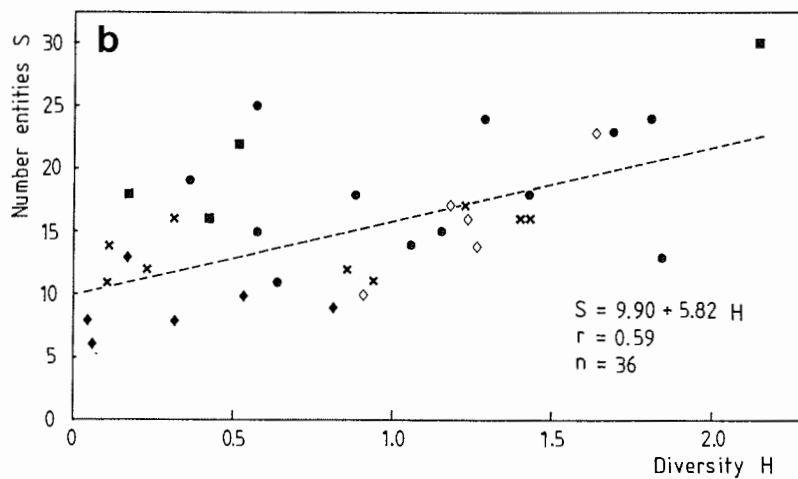
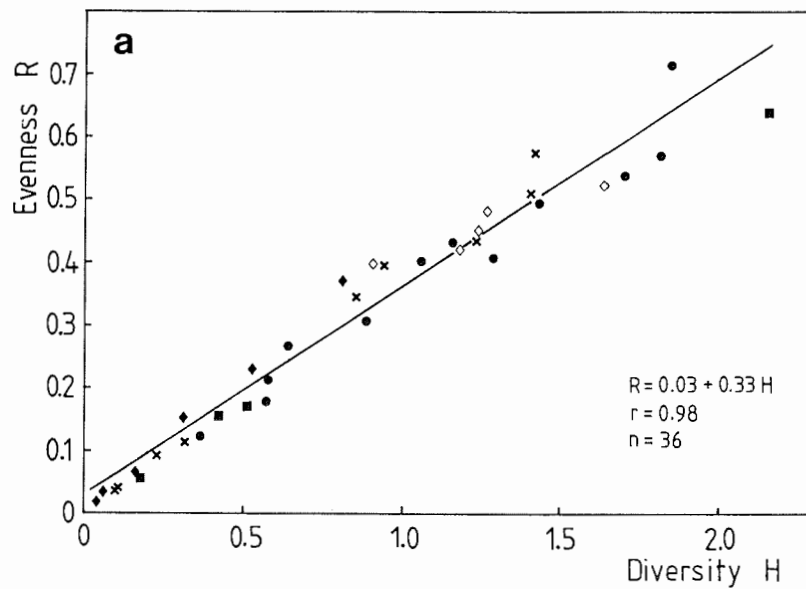


Abb. 4.84: Äquität (Evenness R) (a) und Anzahl der Taxa (Entities S) (b) in Abhängigkeit von der Diversität (Diversity H) für die Region der Antarktischen Halbinsel, Februar 1982. Die Symbole repräsentieren die Zugehörigkeit der Stationen zu den verschiedenen Gemeinschaften (s. Abb. 4.99).



Tab. 4.15: Rangfolge der 10 häufigsten Taxa nach ihrem Biol. Index-Wert (BI) und Präsenz in % (P) in den Stationsgemeinschaften im Bereich der Antarktischen Halbinsel, Februar 1982.

Ozeanische Gemeinschaft				Bellingshausen See-Wasser-Gemeinschaft			
Rang	Taxon	BI-Wert	P	Rang	Taxon	BI-Wert	P
1	Thysanoessa macrura	113	100	1	Thysanoessa macrura	101	100
2	Euphausia superba	78	100	2	Themisto gaudichaudii	91	100
3	Siphonophoren	75	100	3	Euphausia superba	90	100
4	Chaetognathen	74	100	4	Chaetognathen	80	100
5	Themisto gaudichaudii	72	92	5	Siphonophoren	37	55
6	Salpa thompsoni	58	83	6	Cyllopus lucasii	34	91
7	Euphausia frigida	30	50	7	Euphausia crystallorophias	30	46
8	Tomopteris carpenteri	29	75	8	Primno macropa	24	73
9	Primno macropa	26	83	9	Tomopteris sp.	16	46
9	Cyllopus lucasii	26	92	10	Salpa thompsoni	15	46

Übergangsgemeinschaft				Neritische Gemeinschaft			
Rang	Taxon	BI-Wert	P	Rang	Taxon	BI-Wert	P
1	Euphausia superba	77	100	1	Thysanoessa macrura	35	100
2	Chaetognathen	75	100	2	Chaetognathen	32	100
3	Thysanoessa macrura	70	100	3	Siphonophoren	28	100
4	Themisto gaudichaudii	60	100	4	Euphausia superba	26	100
5	Siphonophoren	53	89	5	Clione limacina	22	100
6	Pleuragramma ant. (AC 1)	20	67	6	Themisto gaudichaudii	20	75
7	Notothenia larseni. (larv.)	19	67	7	Pleuragramma ant. (AC 1)	16	100
8	Euphausia frigida	17	44	8	Limacina helicina	10	100
8	Salpa thompsoni	17	56	9	Pleuragramma ant. (AC 0)	8	50
10	Euphausia crystallorophias	16	44	10	Notothenia larseni. (larv.)	7	75

Die Artenanzahl ist in der neritischen Gemeinschaft am höchsten (s. Tab. 4.14). Dies ist verständlich, da in flachen, küstennahen Gebieten epi- oder hyperbenthische Arten das Artenspektrum im Plankton erhöhen. Die niedrigsten Artenanzahlen treten in der Bellingshausen See-Wasser-Gemeinschaft auf.

Mit der Berechnung der BI-Werte (Erklärung s. Kap. 2.5) wurden die zehn dominanten Arten/Taxa der vier Gemeinschaften bestimmt (Tab. 4.15).

Thysanoessa macrura, Euphausia superba, Themisto gaudichaudii, Chaetognathen und Siphonophoren gehören in allen Gemeinschaften zu den dominanten Formen. Das unterstreicht ihre gleichmäßige Verbreitung in allen Regionen an der Antarktischen Halbinsel, wodurch sie aber als Indikatoren für eine der Gemeinschaften nicht in Frage kommen. Die typischen Vertreter der verschiedenen Gemeinschaften werden von Taxa gestellt, die erst auf den Dominanz-Rängen 6 bis 9 folgen. Für die ozeanische Gemeinschaft sind dies Salpa thompsoni, Euphausia frigida und Tomopteris carpenteri, in der Gemeinschaft des Bellingshausen See-Wassers Cylopus lucasii, Euphausia crystallorophias und Tomopteris sp., in der Übergangsgemeinschaft die Postlarven von Pleuragramma antarcticum (AC 1) und Notothenia larseni, und in der neritischen Gemeinschaft Clione limacina, Limacina helicina und die Postlarven und Juvenilen von P. antarcticum (AC 0 und AC 1).

Sehr bemerkenswert ist, daß in jeder Gemeinschaft eine Euphausiaceen-Art den Rang 1 der jeweiligen Dominanz-Ordnung einnimmt. In drei von vier Gemeinschaften dominiert T. macrura über E. superba. Damit ist sie im Bereich der Antarktischen Halbinsel die dominierende Euphausiaceen-Art - und nicht E. superba.

#### 4.4.2.2. Weddell See

Die mittleren Diversitäten und Äquitäten sowie mittlere und maximale Artenanzahlen in den drei Stationsgemeinschaften zeigt die Tab. 4.16.

Tab. 4.16: Anzahl der Stationen, mittlere Diversität und Äquität und Anzahl der Taxa in den Stationsgemeinschaften der Weddell See, Feb./März 1983.

	Ozeanische Gemeinschaft	Nordöstliche Schelfgemeinschaft	Südliche Schelfgemeinschaft
Anzahl Stationen	7	8	17
Diversität ( $\bar{H}$ )	$1.59 \pm 0.68$	$2.15 \pm 0.56$	$1.64 \pm 0.50$
Äquität ( $\bar{R}$ )	$0.46 \pm 0.20$	$0.59 \pm 0.16$	$0.52 \pm 0.16$
Anzahl Taxa (S) (max./mittl.)	$37/32 \pm 4$	$43/38 \pm 3$	$32/24 \pm 3$

In der nordöstlichen Schelfgemeinschaft werden die höchsten Diversitäten und Äquitäten angetroffen. Die mittlere Diversität beträgt dort  $H = 2.15$ , unterscheidet sich signifikant (U-Test,  $\alpha = 0.05$ ) aber nur von der mittleren Diversität der südlichen Schelfgemeinschaft ( $\bar{H} = 1.64$ ). Auch die Anzahl der Arten/Taxa ist in der nordöstlichen Schelfgemeinschaft am größten (maximal 43). Dies ist verständlich, da sie als eine Mischgemeinschaft aus der ozeanischen Gemeinschaft und der südlichen Schelfgemeinschaft verstanden werden kann (s.o.) und daher Arten aus den anderen Gemeinschaften in sich vereint.

In der südlichen Schelfgemeinschaft ist die Artenanzahl am geringsten (maximal 32). Mittlere Diversität ( $\bar{H} = 1.64$ ) und Äquität ( $\bar{R} = 0.52$ ) sind jedoch höher als in der ozeanischen Gemeinschaft ( $\bar{H} = 1.59$ ;  $\bar{R} = 0.46$ ), obwohl dort die größeren Artenanzahlen (maximal 37) angetroffen werden. Dies zeigt sehr deutlich, daß die Diversität in der südlichen Schelfgemeinschaft mehr von der Gleichverteilung der Individuen auf die Arten/Taxa abhängt, während in der ozeanischen Gemeinschaft die Diversität mit der Erhöhung der Artenanzahl zunimmt.

Die Diversitäten in der ozeanischen Gemeinschaft sind sehr heterogen (hohe Standardabweichung !), weil an einigen Stationen die Diversität trotz hoher Artenanzahl durch die Dominanz einiger Arten, die dort mit sehr hohen Abundanzen auftreten, niedrig gehalten wird.

Neben der wieder hochsignifikanten Beziehung ( $r = 0.98$ ) zwischen Äquität und Diversität zeigt Abb. 4.85 eine deutliche Gruppierung der Stationsgemeinschaften entlang der Regressionsgeraden. Vernachlässigt man die Stationen mit den extrem niedrigen Diversitäten im unteren Bereich der Geraden, so finden sich die Stationen der südlichen Schelfgemeinschaft (Kreuze) im mittleren Bereich und die der nordöstlichen Schelfgemeinschaft (Rauten) im oberen Bereich der Geraden. Die Stationen der ozeanischen Gemeinschaft mit den sehr heterogenen Diversitäten verteilen sich entlang der gesamten Geraden. Danach lassen sich also die Stationsgemeinschaften in der Weddell See anhand ihrer Diversitäten und Äquitäten bedingt unterscheiden.

Zwischen der Anzahl der Arten/Taxa ( $S$ ) und der Diversität besteht nur eine geringe positive Korrelation ( $r = 0.39$ ; Abb. 4.85). Die Darstellung einer Regressionsgeraden erscheint nicht sinnvoll. Eine Zunahme der Diversität durch eine Erhöhung der Artenanzahl läßt sich für die Gesamtheit der Stationen in der Weddell See demnach nicht nachweisen.

In Tab. 4.17 werden die BI-Werte der zehn dominanten Taxa in jeder Gemeinschaft dargestellt. Einige gehören in allen drei Gemeinschaften zu den zehn dominanten Formen - aber auf deutlich verschiedenen Rängen.

In der ozeanischen Gemeinschaft sind dies z.B. die gelatinösen Arten wie die Siphonophoren Diphyes antarctica und Dimophyes arctica und die Chaetognathen Sagitta gazellae und Eukrohnia hamata. Sie nehmen sogar die vier vorderen Ränge ein. Hinzu kommen typisch ozeanische Formen wie die Flügelschnecke Clio pyramidata und die frühen Lebensstadien des mesopelagischen Fisches Notolepis coatsi. Letztere gehören nur in dieser Gemeinschaft zu den dominanten Formen und können daher als ihre Indikatorarten betrachtet werden. Die dominante Euphausiaceen-Art ist hier Thysanoessa macrura.

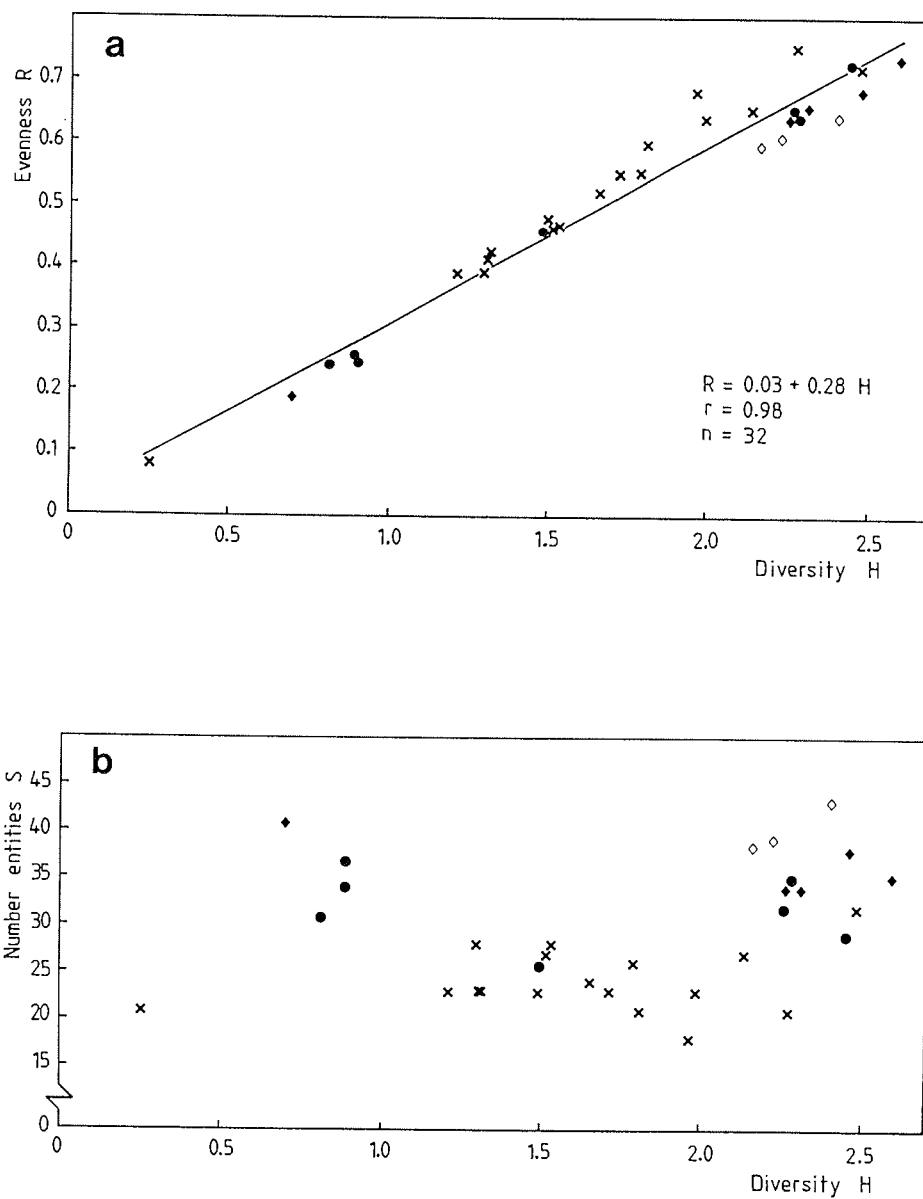


Abb. 4.85: Äquität (Evenness R) (a) und Anzahl der Taxa (Entities S) (b) in Abhängigkeit von der Diversität (Diversity H) für die Stationen in der Weddell See, Februar/März 1983. Die Symbole repräsentieren die Zugehörigkeit der Stationen zu den verschiedenen Gemeinschaften (s. Abb. 4.101).

Tab. 4.17: Rangfolge der 10 häufigsten Taxa nach ihrem Biol. Index-Wert (BI) und Präsenz in % (P) in den Stationsgemeinschaften der Weddell See, Februar/März 1983.

Rang	Ozeanische Gemeinschaft Taxon	BI-Wert	P
1	Diphyes antarctica	60	100
2	Dimophyes arctica	49	100
2	Sagitta gazellae	49	100
4	Thysanoessa macrura	45	100
4	Eukrohnia hamata	45	100
6	Clio pyramidata	29	100
7	Euphausia superba	28	86
8	Vogtia serrata	21	100
9	Notolepis coatsi (larv.)	12	86
10	Salpa thompsoni	10	57

Rang	Nordöstliche Schelfgemeinschaft Taxon	BI-Wert	P
1	Eukrohnia hamata	76	100
2	Sagitta gazellae	58	100
3	Euphausia superba	56	100
4	Diphyes antarctica	55	100
5	Pyrostephos vanhoeffeni	45	100
6	Euphausia crystallorophias	31	75
7	Dimophyes arctica	28	100
8	Pleuragramma ant. (AC 0)	25	100
8	Salpa thompsoni	14	100
10	Thysanoessa macrura	11	100

Rang	Südliche Schelfgemeinschaft Taxon	BI-Wert	P
1	Euphausia crystallorophias	140	100
2	Echinospira sp. (larv.)	116	100
3	Sagitta gazellae	101	100
4	Limacina helicina	100	77
5	Diphyes antarctica	92	100
6	Dimophyes arctica	85	100
7	Pyrostephos vanhoeffeni	52	82
8	Eukrohnia hamata	50	100
9	Pleuragramma ant. (AC 0)	39	82
10	Eusirus propeperdentatus	34	65

In der nordöstlichen Schelfgemeinschaft fehlen unter den dominanten Arten die typisch ozeanischen Vertreter. Dafür treten bereits einige neritische Formen wie Euphausia crystallorophias und die Postlarven von Pleuragramma antarcticum (AC 0) auf. D. antarctica und D. arctica werden durch E. hamata und S. gazellae von den vorderen Rängen verdrängt. Auf dem dritten Rang folgt bereits E. superba, die dominante Euphausiaceen-Art dieser Gruppe. Eine Indikatorart gibt es nicht.

Die südliche Schelfgemeinschaft wird geprägt von neritischen Formen wie E. crystallorophias, den meroplanktischen Larven einer Gastropoden-Gattung (Echinospira) und dem Gammariden Eusirus propeperdentatus. Die beiden zuletzt genannten Taxa sind die Indikatorarten dieser Gemeinschaft. Siphonophoren- und Chaetognathen-Arten nehmen nicht mehr vordere Ränge ein. Die mit Abstand dominierende Art in der südlichen Schelfgemeinschaft ist E. crystallorophias, womit sie auch die dominante Euphausiaceen-Art in dieser Gruppe ist.

#### 4.4.3. Gruppierung der Arten

Die Gruppierung der Stationen durch die Clusteranalyse erbrachte deutlich unterscheidbare Stationsgruppen (s. Kap. 4.4.1), die durch die sie bewohnenden verschiedenen Artenassoziationen charakterisiert sind. Im folgenden soll nun eine Gruppierung der Arten bzw. Taxa erfolgen, die diese Artenassoziationen veranschaulicht. Hierbei wird nur die Canberra-Metrik benutzt, um die verschiedenen Abundanzen der Arten für die Beschreibung der Assoziationen zu berücksichtigen.

##### 4.4.3.1. Antarktische Halbinsel

Die Clusteranalyse der 42 häufigsten Taxa auf der Basis der 36 Standardstationen, die am Tage stattfanden, ergibt eine Gruppierung, die als Dendrogramm in Abb. 4.86 dargestellt ist. Die Gruppierung gibt sehr gut die Assoziationen der Taxa wieder.

Drei große und fünf kleinere Blöcke sind bei einem kritischen Distanzmaß von 8 deutlich zu unterscheiden. Der obere Block gruppiert zehn Arten, die auf den neritischen Stationen gemeinsam angetroffen werden, aber teilweise auch auf den Stationen in der Übergangsgemeinschaft auftreten. Im zweiten großen Block werden 17 Taxa zusammengefaßt, die hauptsächlich auf den Stationen der Übergangsgemeinschaft angetroffen werden, aber auch in den anderen Stationsgemeinschaften vorkommen. Der dritte Block gruppiert sieben Taxa, die kennzeichnend sind für die Stationen der ozeanischen Gemeinschaft.

In den fünf kleineren Blöcken stehen Taxa, die mit sehr hohen Abundanzen in allen Stationsgemeinschaften auftreten können. Sie sind den anderen Gruppen daher nur schwer zuzuordnen und können als Generalisten bezeichnet werden, während in den drei größeren Blöcken viele Indikatorarten der verschiedenen Gemeinschaften gruppiert werden.

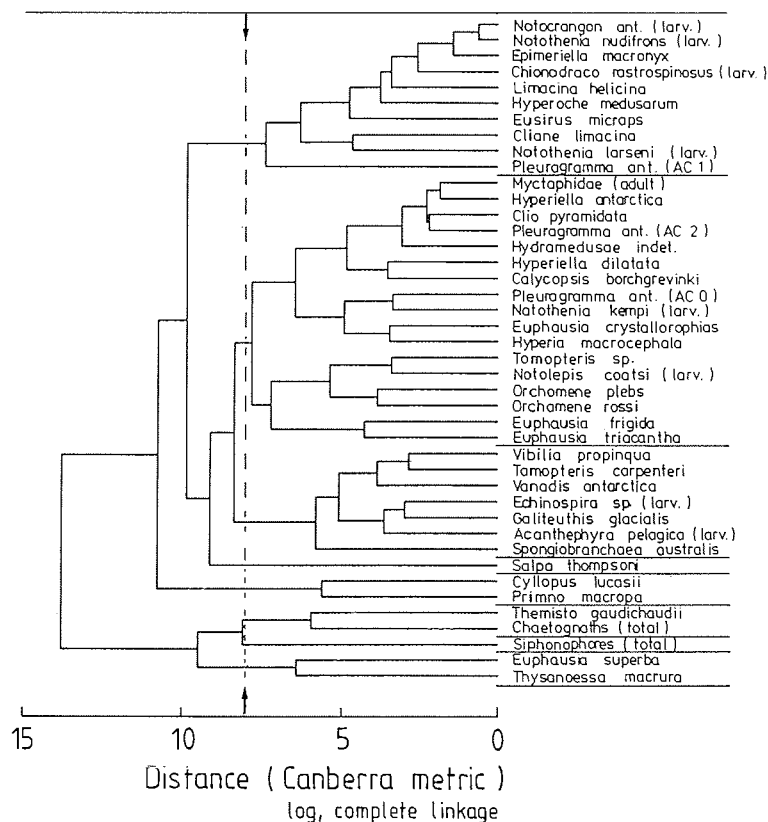


Abb. 4.86: Gruppierung der Taxa an der Antarktischen Halbinsel. Dendrogramm der Clusteranalyse. Erläuterungen im Text.

#### 4.4.3.2. Weddell See

Die Gruppierung der 49 häufigsten Taxa wurde auf der Grundlage der 32 Standardstationen durchgeführt (Abb. 4.87). Bei einem kritischen Distanzmaß von 19 lassen sich sechs Cluster bzw. Blöcke unterscheiden.

Im ersten Block befinden sich 20 Taxa, die charakteristisch für die ozeanischen Stationen sind. Der zweite Block mit nur drei Taxa enthält die typischen Übergangsformen, die in allen Gemeinschaften zu finden sind, aber hauptsächlich in der nordöstlichen Schelfgemeinschaft auftreten. Im dritten Cluster befindet sich eine Gruppe von 14 Taxa, die die Stationen der südlichen Schelfgemeinschaft kennzeichnen. Im vierten und im fünften Cluster (insgesamt acht Taxa) werden die hinsichtlich ihrer Individuenzahlen häufigsten Formen gruppiert. Sie sind weitgehend Generalisten, die in allen drei Gemeinschaften auftreten, wobei aber die Taxa aus dem vierten Cluster nur gelegentlich in der südlichen Schelfgemeinschaft vorkommen. Das sechste Cluster enthält vier Taxa, die besonders häufig in der südlichen Schelfgemeinschaft auftreten,

aber auch eine charakteristische Art der nordöstlichen Schelfgemeinschaft stellen (Notocrangon antarcticus).

Insgesamt trennt die Clusteranalyse deutlich die Bewohner der ozeanischen Gemeinschaft von denen der südlichen Schelfgemeinschaft. Generalisten und Übergangsformen werden in kleineren Clustern von den großen Gruppen getrennt. Die Assoziationen von Arten bzw. Taxa sind hier deutlicher als an der Antarktischen Halbinsel.

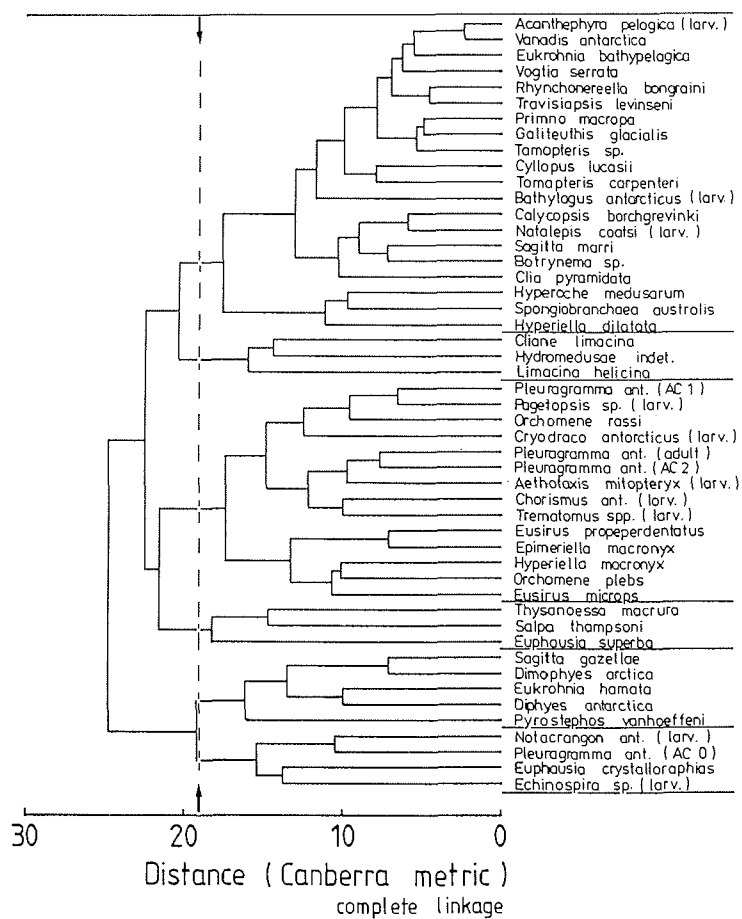


Abb. 4.87: Gruppierung der Taxa in der Weddell See. Dendrogramm der Clusteranalyse. Erläuterungen im Text.



#### 4.4.4. Zusammenfassung der Gemeinschaftsanalysen

Um nun die dargestellten Stationsgemeinschaften und Artenassoziationen in Beziehung zu setzen, werden im folgenden die Stationsgemeinschaften den Artenassoziationen in Form einer Gemeinschaftstabelle gegenübergestellt. Dabei wurden die Reihenfolgen der Stationen und der Arten aus den Gruppierungen der Clusteranalysen übernommen. Leichte Änderungen wurden nur in der Reihenfolge der Artengruppierungen vorgenommen.

Abb. 4.88 zeigt die Gemeinschaftstabelle für den Bereich der Antarktischen Halbinsel, Abb. 4.89 die für die Weddell See. Durch die Ziffern in den Tabellen kann genau abgelesen werden, auf welchen Stationen die einzelnen Arten auftreten oder fehlen, und umgekehrt wird deutlich, welches Artenspektrum auf jeder Station vorliegt. Durch diese geordnete Gegenüberstellung können die verschiedenen Gruppierungen sehr anschaulich nachvollzogen werden. Um die relativen Häufigkeiten (Abundanzen) der verschiedenen Arten zu berücksichtigen, wurden verschiedene Ziffern für die unterschiedlichen Dominanzmaße der Arten auf den einzelnen Stationen gewählt. Eine 4 bedeutet: das Taxon bzw. die Art macht mehr als 75% der Gesamt-Individuenzahl auf der Station aus, bei einer 3 sind es 50 bis 75%, bei einer 2 25 bis 50% und bei einer 1 weniger als 25%. Die senkrechten Linien begrenzen die Stationsgemeinschaften und die waagrechten die Artenassoziationen.

Die Trennung der Gemeinschaften an der Antarktischen Halbinsel erscheint nicht so deutlich wie die in der Weddell See. Durch die verschieden hohen Abundanzen der Taxa in den Stationsgemeinschaften lassen sich dennoch deutlich unterscheidbare Artenassoziationen feststellen, die den verschiedenen Stationsgemeinschaften zugeordnet werden können.

In der ersten Artenassoziation werden die 19 Taxa zusammengefaßt, die eindeutige Präferenzen für die ozeanischen Stationen zeigen. Mit zunehmender Rangfolge nimmt diese Präferenz ab, die Arten treten zwar häufiger auf, werden aber auch immer mehr regelmäßiger Bestandteil der anderen Stationsgemeinschaften. Je weiter man in dieser Gruppe also nach unten geht, desto weniger besitzen die Arten ozeanischen Charakter, und desto weniger sind sie als Indikatorarten für die ozeanische Gemeinschaft geeignet. In der zweiten Gruppe befinden sich drei Arten, die generell wesentlich häufiger vorkommen als die aus der ersten Gruppe, die aber weiterhin Präferenzen für die ozeanische Stationsgemeinschaft zeigen. Die dritte Faunengemeinschaft besteht aus den fünf Generalisten, die auf allen Stationen regelmäßig und auch sehr häufig auftreten. In der vierten Gruppe (13 Taxa) findet man die neritischen Formen, die mit zunehmender Rangfolge immer seltener in den anderen außer der neritischen Stationsgemeinschaft auftreten.

In der Weddell See lassen sich vier Artenassoziationen bzw. Faunengemeinschaften unterscheiden (Abb. 4.89). In der ersten werden 16 Taxa zusammengefaßt, die eine deutliche Präferenz für den ozeanischen Bereich zeigen. Mit aufsteigender Reihenfolge werden sie auch regelmäßiger Bestandteil der Stationen der nordöstlichen Schelfgemeinschaft. In der südlichen Schelfgemeinschaft kommen sie bis auf wenige Ausnahmen nicht vor. Die elf Arten der nächsten Gruppe lassen sich keiner Stationsgemeinschaft eindeutig zuordnen. Die meisten treten unregelmäßig in allen Stationsgemeinschaften auf. Die dritte Faunengruppe besteht aus den vier Generalisten, die regelmäßig auf allen Stationen gefangen

Artenassoziationen	Stationsgemeinschaften			
	Ozeanisch	Bellingsh.	Übergang.	Ner.
Myctophidae indet. (larv.)	11 1			1
Hyperliella antarctica	11		11	
Clio pyramidata	11	1		1
Hydromedusae indet.	11 1	1 1		
Vibilia propinqua	1111 11		1	
Galiteuthis glacialis	1 1 11 1			1
Acanthephyra pelagica (larv.)	1111111		1	
Tomopteris carpenteri	1111 11111	1		
Vanadis antarctica	111 111111111	1		1
Tomopteris sp.	111111	111	11 1 11	
Notolepis coatsi (larv.)	1111111 1	111	1 11	
Hyperia macrocephala	1	1111 1		1
Orchomene rossi	1111	1111	1 1	
Euphausia frigida	11 111 1	111	11 11	
Euphausia triacantha	1	1	1111	
Hyperliella dilatata	111111 1 1 1	1 1		1 11
Calyropsis borchgrevinki	1 1 1 1 1 11	1	1 111	1 111
Hyperoche medusarum	1 1 1 1	1		11
Spongiobranchaea australis	1111111 11		1 1	111
Primno macropa	11111111	11111111	1	11 1
Cyllopus lucasii	111111111	111111111 11		11
Salpa thompsoni	121111111	11 1	111 111	11
Siphonophores (all species)	111111111111	11211 11	111 111 11121	
Themisto gaudichaudii	1111111111	31111111131	1111111111 1	
Chaetognaths (all species)	21112111111	11211111111	11211111111	
Euphausia superba	1141114321141	1111444111	121124441411	
Thysanoessa macrura	221224122241	121331114243231311	14114	
Clione limacina	1111	1	11 1 1 111	
Orchomene plebs	1 1	1 11	11 1 1 1	
Pleuragramma antarcticum AC 1	11 1	1 111	11111 1111	
Notothenia larseni (larv.)	1 11		11 1111 11	
Limacina helicina	1 1 1	1 1		1111
Chionodraco rastrisp. (larv.)	1		11	1111
Echinospira sp. "a" (larv.)	1	11		1 1
Eusirus microps	1	1	1 1 1 1	1 111
Euphausia crystallorophias		12111	1 1 11 1	1
Pleuragramma antarcticum AC 0		11 1 1	1 11 111	11
Epimeriella macronyx		1		11
Notothenia kempfi (larv.)		11	1 11	1
Pleuragramma antarcticum AC 2			1 1	1

Abb. 4.88: Gemeinschaftstabelle der Stationen und Taxa für das Gebiet an der Antarktischen Halbinsel. Erläuterungen im Text.  
 \*EN = time station north of Elephant Island, ES = time station south of Elephant Island.

Artenassoziationen	Stationsgemeinschaften		
	Ozean.	Nordost.	Südlicher Schelf
Artenassoziationen	22222212222222121111111111111122 23323231200005177667759999959311 80266111392462303191250136935285		
Acanthephyra pelagica (larv.)	111111111		
Vanadis antarctica	11111111		
Eukrohnia bathypelagica	1111111111	1	
Vogtia serrata	111111111		
Rhynchonereella bongraini	111 1111 1 1		
Travislopsis levinsoni	11 1111 1		
Primo macropa	111111111111		
Galiteuthis glacialis	1111111111 1		
Tomopteris sp.	11 111111111		
Cyllopus lucasi	11111 11 1		1 1
Tomopteris carpenteri	11111 1 1 1		1
Bathylagus antarcticus (larv.)	1 111 11 11		11
Calyropsis borchgrevinki	1111111111 111		
Notolepis coatsi (larv.)	11111 1111 11		
Sagitta marri	11111111 1111		1
Botrynema sp.	11111111111 1		1
Thysanoessa macrura	112111111111111111111111 1 11		
Salpa thompsoni	31 11111111111		1111 1 1
Clio pyramidata	111111111 11		1 11 11
Hyperoche medusarum	11111111 11111		1 11 1111
Spongiobranchaea australis	11111111 111 11 11 1111		1 11 1111
Hyperietta dilatata	1111 1111 1111 1 1111111 1		
Clyone limacina	111111111111111111111111 111		
Hydromedusae indet.	11 111 1111111111 1 11 111		
Limacina helicina	1 1111111 11 2213232211 11		
Euphausia superba	1113 411111111 1 111 11111 11		
Pyrosstephos vanhoeffeni	1111111111111 1 1111111111		
Sagitta gazellae	111111111111111111111111		
Dimophyes arctica	11111111111111111111111111		
Eukrohnia hamata	11111111111111111111111111		
Diphyes antarctica	11111111111111111111111111		
Notocrangon antarcticus (larv.)	111111111111111111111111		
Pleuragramma antarcticum AC 0	1 11111111111 111111 1 1		
Euphausia crystallorophias	1111411111111111132313114		
Echinospira sp. "a" (larv.)	111111111111111111111111		
Pleuragramma antarcticum AC 1	111111111 1 11		
pagetopsis sp. (larv.)	1111111111 1 11 11 1		
Orchomene rossi	1111 11111 1111 1111 1		
Cryodraco antarcticus (larv.)	1 11 11 11111111 1 1 1		
pleuragramma antarcticum (ad.)	111 1 1 1 1 1 1 1 1		
pleuragramma antarcticum AC 2	1 1 11 1 1 1111 11		
Aethotaxis mitopteryx (larv.)	11111 1 1		
Chorismus antarcticus (larv.)	11 11 11111111 1 1 1		
Trematomus spp. (larv.)	1 11 1 1 1 1 1 1		
Eusirus propeperdentatus	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2		
Epimeriella macronyx	1 1 11 1 1 1111 11		
Hyperiella macronyx	1111 1 1 1111 11 1		
Orchomene plebs	1 1 1 1111 1 11		
Eusirus microps	1 11 1111111 11 1		

Abb. 4.89: Gemeinschaftstabellen der Stationen und Taxa in der Weddell See. Erläuterungen im Text.

werden. In der vierten Gemeinschaft schließlich werden alle Taxa gruppiert, die deutlich die Stationen der nordöstlichen und der südlichen Schelfgemeinschaft bevorzugen, mit zunehmender Rangfolge immer mehr die der südlichen. Ihre Vertreter kommen - von wenigen Ausnahmen abgesehen - niemals auf den ozeanischen Stationen vor. Die zuletzt gruppierten Arten sind Indikatorarten der südlichen Schelfgemeinschaft.

## 5. Diskussion

### 5.1. Geographische Verbreitung und Abundanzen

Insgesamt wurden aus den RMT 8-Fängen etwa 90 verschiedene Makroplankton-Taxa identifiziert. Dies ist eine sehr hohe Anzahl, wenn man bedenkt, daß die Copepoden, die im antarktischen Zooplankton die artenreichste Gruppe stellen, darin nicht miteinbezogen sind. Copepoden, Euphausiaceenlarven sowie das kleinere Zooplankton wurden vom RMT 8 nicht quantitativ gefangen und werden daher in dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Die Verbreitung dieser Gruppen, die mit dem parallel eingesetzten RMT 1 (Maschenweite 320 µm) quantitativ befischt wurden, steht im Mittelpunkt der Dissertation von Frau Dr. Elisabeth Boysen-Ennen (BOYSEN-ENNEN 1986).

#### Medusen

Sehr dichte Konzentrationen sind im Südpolarmeer nicht bekannt. Auch im vorliegenden Material werden nur geringe Abundanzen ( $\leq 10$  Ind./1000 m<sup>3</sup>) angetroffen. Die sehr schwierige Identifizierung der Hydromedusen, die sich durch den meist sehr schlechten Zustand, in dem sie in den Planktonfängen vorliegen, verstärkt, ist wohl ein Grund dafür, weshalb über diese Gruppe aus dem Südpolarmeer nur sehr wenig Literatur vorliegt.

Nach BAKER (1954) ist die Hydromeduse Calycopsis borchgrevinki im Südpolarmeer circumpolar verbreitet, während KRAMP (1968) das Verbreitungsgebiet auf den atlantischen Sektor begrenzt sieht. In unseren Fängen wird C. borchgrevinki nur in sehr niedrigen Abundanzen angetroffen. Ein Verbreitungsschwerpunkt liegt in der Bransfield Straße; in der Weddell See bevorzugt die Art die ozeanischen Stationen.

Viele Bestimmungsmerkmale deuten bei den gefangenen Exemplaren der Gattung Botrynema auf die Art Botrynema brucei, deren Holotyp bereits während der Schottischen Antarktis-Expedition 1902-04 in der Weddell See gefangen wurde (BROWNE 1908). Wie auch Pandea rubra, eine Hydromeduse, die nur einmal in der zentralen Weddell See angetroffen wird, ist B. brucei eine bathypelagische Form, die im Warmen Tiefenwasser aller Ozeane verbreitet ist (KRAMP 1968). Daraus erklärt sich das Fehlen von Botrynema sp. im Oberflächenwasser der Antarktischen Halbinsel, während sie in einigen Tiefenfängen ( $> 300$ m Fangtiefe) dort im Februar 1982 mit bis zu 32 Exemplaren pro Fang angetroffen wird (z.B. bei Elephant Island). In der Weddell See ist Botrynema sp. im Februar und März 1983 regelmäßig auf den ozeanischen Stationen sowie vor der nordöstlichen Küstenregion vertreten. Solmundella bitentaculata, eine Hydromeduse, die im Oberflächenwasser aller Ozeane verbreitet ist (KRAMP 1968), wird nur zweimal in der zentralen Weddell See nachgewiesen. Das seltene Auftreten dieser Art steht im Gegensatz zu vielen früheren Antarktis-

Expeditionen, auf denen die Gattung Solmundella im atlantischen Teil der Antarktis als dominanter Vertreter der Medusen beschrieben wird (z.B. BROWNE 1910; VANHOEFFEN 1912).

Die Scyphomedusen Atolla wyvillei, Periphylla periphylla und Desmonema gaudichaudi sind in allen Meeren typische Bewohner des Meso- und Bathypelagials und treten nur selten im Oberflächenwasser auf. In den vorliegenden Fängen werden sie nur vereinzelt auf den ozeanischen Stationen angetroffen. Die Tiere können sehr groß werden, die größten gefangenen Exemplare erreichen Schirmdurchmesser bis zu 70 mm. Bei den Süd Orkneys finden WHITE & BONE (1972) Exemplare von D. gaudichaudi mit Schirmdurchmessern bis zu 1.2 m, die dem parasitischen Amphipoden Hypيريا galba als Wirtstier dienen.

#### Siphonophoren

Gelang die Identifizierung der Siphonophoren aus der Weddell See noch relativ mühelos, so gab es bei den Tieren aus den Gewässern um die Antarktische Halbinsel wegen des schlechten Erhaltungszustandes erhebliche Probleme bei der Artbestimmung. Deshalb werden sie dort nicht nach Arten getrennt aufgeführt. Eine Bevorzugung bestimmter Regionen oder Wassermassen läßt sich an der Antarktischen Halbinsel im Februar 1982 nicht erkennen, da die Tiere im gesamten Fanggebiet ziemlich gleichmäßig verteilt sind. Die gleichförmige Verbreitung im Südpolarmeer wird auch von anderen Autoren beschrieben (z.B. MACKINTOSH 1934; TOTTON 1954; WITEK et al. 1985).

In der Weddell See werden im Februar/März 1983 vier Arten angetroffen, von denen Diphyes antarctica und Dimophyes arctica die weitaus häufigsten sind und im Makroplankton der ozeanischen Stationsgemeinschaft dominieren. Eine deutliche Dominanz von Siphonophoren im Makroplankton ist auch von anderen Meeren bekannt. Sie wird z.B. von PUGH (1984) in einer Studie über die mesopelagischen Gemeinschaften im Nordost-Atlantik beobachtet. Während D. arctica in allen Ozeanen vorkommt, ist D. antarctica im Südpolarmeer endemisch (MOSER 1925).

Im Gegensatz zu den anderen Siphonophoren bewohnt Pyrostephos vanhoeffeni innerhalb des Südpolarmeeres mehr die kälteren Wassermassen (MACKINTOSH 1934), wodurch sich ihre hohen Abundanzen im kalten Schelfwasser erklären lassen. Nach BIGGS (1982) ist P. vanhoeffeni in der Ross See weit verbreitet und wird dort auch unter dem Schelfeis angetroffen (TOTTON & BARGMANN 1965).

Vogtia serrata ist eine bathypelagische Art (MOSER 1925), die in allen Ozeanen vorkommt und nur selten im Oberflächenwasser auftritt (PUGH 1984). Von allen gefangenen Siphonophoren hat sie die geringsten Abundanzen (stets  $\leq 10$  Ind./1000 m<sup>3</sup>).

#### Gastropoden

Die Echinospira-Larven, meroplanktische Larvenformen der benthischen Lamellariidae (Prosobranchia), sind in Schelfmeeren weit verbreitet (LEBOUR 1935). Aus den vorliegenden Planktonfängen (s.a. BOYSEN-ENNEN 1986) wird diese Form erstmals im Südpolarmeer nachgewiesen. Zu welcher der wenigen antarktischen Lamellariidae-Arten die vorliegende Echinospira-Larve gehört, ist noch nicht geklärt. In der südlichen Schelfgemeinschaft der Weddell See ist sie nach der Euphausiaceen-Art Euphausia

crystallorophias die dominante Form im Makroplankton. Sie kommt dort in teilweise sehr hohen Abundanzen vor (max. 65 Ind./1000 m<sup>3</sup>), während sie an der Antarktischen Halbinsel fast völlig fehlt. Die Abundanzen sind wahrscheinlich noch stark unterschätzt, da ein Großteil der mit einer klebrigen Gallerte versehenen Tiere Körperdurchmesser unter 5 mm aufweist und daher vom RMT 8 nicht quantitativ gesammelt wird. Daher liegen die mittleren Abundanzen in den RMT 1-Fängen um eine Größenordnung höher (BOYSEN-ENNEN 1986). Das massenhafte Auftreten einer meroplanktischen Gastropoden-Larve in der Weddell See ist sehr überraschend, da bei den antarktischen Gastropoden - wie überhaupt im antarktischen Benthos - pelagische Entwicklungsstadien sehr selten sind (PICKEN 1979; WHITE 1984).

Die geographische Verbreitung der antarktischen Pteropoden wird bereits aus dem Material sehr früher Antarktis-Expeditionen beschrieben (z.B. ELIOT 1907; MASSY 1920). In unseren RMT 8-Fängen liegen von diesen holoplanktischen Formen vier im Südpolarmeer endemische Arten vor, von denen Limacina antarctica die weitaus häufigste ist. L. helicina ist herbivor (GILMER 1974) und kann bei den Phytoplanktonblüten im Frühjahr in sehr hohen Konzentrationen auftreten. So ist L. helicina in den Monaten Dezember und Januar des Südsommers 1983/84 an der Antarktischen Halbinsel die dominierende Pteropoden-Art (WITEK et al. 1985), während sie im Februar 1982 dort fast nur noch auf den neritischen Stationen angetroffen wird (s. Abb. 4.9), wo die Phytoplanktonblüte wahrscheinlich erst später einsetzt. In der Weddell See gehört L. helicina in den Küstenpolynyen der südlichen Weddell See zu den dominierenden Arten und ist eine charakteristische Form der südlichen Schelfgemeinschaft (s. Tab. 4.17). Ihre dort im Februar 1983 sehr hohen Abundanzen (> 100 Ind./1000 m<sup>3</sup>) lassen sich durch die hohe Primärproduktion erklären, die von von BRÖCKEL (1985) im gleichen Zeitraum in der südlichen Weddell See mit Werten bis max. 1670 mg C/m<sup>2</sup>/d gemessen wurde. Da nach SAKSHAUG & HOLM-HANSEN (1984) die Phytoplanktonblüte in der Hochantarktis in Abhängigkeit von Lichtintensität und Eisbedeckung erst im Februar einsetzt, erscheint das hier im Vergleich zur Antarktischen Halbinsel verspätete massenhafte Auftreten des herbivoren Zooplanktons durchaus verständlich. Maximale Konzentrationen von L. helicina südlich der Antarktischen Konvergenz liegen über 10000 Ind./1000 m<sup>3</sup> (CHEN 1968). Die Tiere können Körperdurchmesser bis zu 8 mm erreichen, sind aber meistens deutlich kleiner (< 5 mm). Sie werden also - wie auch schon die Echinospira-Larven - vom RMT 8 nicht quantitativ gesammelt. Die mittlere Abundanz von L. helicina liegt daher in den RMT 1-Fängen wiederum um eine Größenordnung höher (s. BOYSEN-ENNEN 1986).

Clio pyramidata ist eine ozeanische Pteropoden-Art, die bis auf wenige Ausnahmen nur in der südlichen Drake Passage und auf den ozeanischen Stationen der Weddell See angetroffen wird. Sie ist dort eine charakteristische Art der ozeanischen Faunenprovinz (Tab. 4.17). CHEN (1968) beobachtet im Oberflächenwasser des Süd-Sandwich-Grabens eine sehr hohe Konzentration der Tiere (>10000 Ind./1000 m<sup>3</sup>). Aus dem vorliegenden Material resultieren hingegen nur Abundanzen, die stets geringer als 10 Ind./1000 m<sup>3</sup> sind.

#### Cephalopoden

Auf allen früheren Antarktis-Expeditionen gelangen nur vereinzelt Fänge von Cephalopoden, möglicherweise weil adulte wie auch die frühen Le-

bensstadien dieser sehr aktiven Schwimmer vor den zumeist eingesetzten kleinen Planktonnetzen (Öffnungsflächen  $\leq 1 \text{ m}^2$ ) fliehen konnten. Über die geographische Verbreitung dieser Gruppe sowie ihre Stellung im pelagischen System der Antarktis ist deshalb nur sehr wenig bekannt, und ihre Bedeutung als Krillkonsument ist völlig unklar (EVERSON 1977). Aus Magenuntersuchungen an Kaiserpinguinen und ihren Küken müssen wir aber auf beträchtliche Konzentrationen pelagischer Tintenfische in der Weddell See schließen (HEMPEL, pers. Mitt.).

Durch den Einsatz des relativ großen RMT 8 gelang der Fang einer größeren Anzahl ( $n = 58$ ) von den frühen Lebensstadien der pelagischen Cephalopoden ("squids"). Von den vier gefangenen Arten ist Galiteuthis glacialis die häufigste. Die Art ist im Südpolarmeer endemisch, und ihre geographische Verbreitung ist circumpolar (VOSS 1980). In beiden Untersuchungsgebieten wird G. glacialis nur auf den ozeanischen Stationen angetroffen, womit sie den charakteristischen Arten der ozeanischen Stationsgemeinschaft zuzurechnen ist. Adulte Tiere, die das Meso- und Bathypelagial bewohnen, treten in den Fängen nicht auf.

#### Polychaeten

Von den gefangenen Arten sind Rhynchonereella bongraini, Vanadis antarctica und Tomopteris carpenteri im Südpolarmeer endemisch, während Travisiopsis levinsoni kosmopolitisch ist (HARTMAN 1964). Unter der nicht identifizierten Art Tomopteris sp. verbirgt sich wahrscheinlich Tomopteris septentrionalis, eine ebenfalls kosmopolitische Art, die während argentinischer und brasilianischer Expeditionen in der Bransfield Straße die häufigste Tomopteriden-Art darstellt (ORENSANZ et al. 1974; LANA & BLANKENSTEYN in Druck a,b).

Unter den Polychaeten sind im RMT 8 Tomopteris carpenteri und Tomopteris sp. (wahrscheinlich T. septentrionalis) die häufigsten. Maximale Abundanzen beider Arten liegen bei 3 Ind./1000  $\text{m}^3$ . Die Tiere bevorzugen die ozeanischen Wassermassen und kommen nur selten in Küstennähe vor. Dieses Verbreitungsmuster wird von anderen Autoren bestätigt (z.B. MACKINTOSH 1934; WITEK et al. 1985). Eine interessante Farbvariation besteht bei einigen großen Exemplaren ( $> 40 \text{ mm}$  Länge) von T. carpenteri. Meistens sind die Tiere farblos und transparent. Einige aber, die in Bellingshausen und Weddell See in Packeisnähe gefangen werden, zeigen in regelmäßigen Abständen am gesamten Körper mehrere Millimeter breite dunkelbraune Querstreifen. Diese Besonderheit wird bereits von MACKINTOSH (1934) beschrieben.

Die Verbreitung juveniler benthischer Polychaeten (Bylgides pelagica (?), Autolytus sp.) auf den flachen Schelfstationen an der Antarktischen Halbinsel und in der Weddell See wird für die Hochantarktis bereits von EHLERS (1913) und AUGENER (1929) beschrieben.

#### Mysidaceen

Außer Euchaetomera zurstrasseni, einer sehr seltenen Art, die von uns nur einmal in der nördlichen Weddell See gefangen wurde, werden im vorhandenen Material nur Exemplare der Gattung Antarctomysis angetroffen. Diese Gattung besteht nur aus zwei Arten, A. maxima und A. ohlini. Welche der Arten hier vorliegt, kann nicht entschieden werden, da die meisten Tiere juvenil sind und noch keine ausgeprägten Artmerkmale zeigen (s.a. BOYSEN-ENNEN 1986). Die Gattung Antarctomysis ist im Südpolarmeer

endemisch und circumpolar verbreitet (RUSTAD 1930; MACKINTOSH 1934). Sie ist eine hochantarktische neritische Form, die sich auf den Schelfregionen des antarktischen Kontinents und der ihr vorgelagerten Inseln konzentriert (TATTERSALL 1955; BIRSTEIN & CHINDONOVA 1962). Aber auch in den flachen Küstengewässern von Süd Georgien sind diese Tiere bekannt, wo sie in großen Schwärmen in den Fjorden auftreten (MACKINTOSH 1934). In den RMT 8-Fängen tritt Antarctomysis sp. nur selten auf. Sie dringt in der Weddell See bis in die Gould Bay vor, ist auf dem nordöstlichen Schelf präsent, wird aber auch im ozeanischen Teil der Weddell See angetroffen (s. Abb. 4.21). In den Oberflächenfängen an der Antarktischen Halbinsel tritt Antarctomysis sp. nur einmal in der Bransfield Straße auf. In zwei Fängen aus der flachen Kraterlagune von Deception Island (maximale Tiefe 135 m) in der nordwestlichen Bransfield Straße, die für die vorliegende Arbeit nicht berücksichtigt wurden, gehört Antarctomysis sp. zu den dominanten Vertretern im Makroplankton.

#### Amphipoden

Die Amphipoden sind die artenreichste Gruppe, die im Makroplankton angetroffen wird. Sieben der insgesamt fünfzehn gefangenen Gammariden-Arten gerieten nur gelegentlich bei den grundnahen Hols auf küstennahen Stationen im flachen Schelfwasser in die Fänge. Daraus läßt sich eine bodennahe Lebensweise der Tiere ableiten. Benthische Gammariden können aber auch ins Pelagial aufschwimmen (ANDRES 1978). Auch eine Verdriftung aus dem Litoral ins küstenferne Pelagial ist möglich (BIRSTEIN & VINOGRADOV 1962). So läßt sich nicht eindeutig klären, ob die im Pelagial angetroffenen acht Gammariden-Arten wirklich pelagisch sind.

Nach ANDRES (1982) ist Eusirus propeperdentatus an der Antarktischen Halbinsel der dominierende Vertreter unter den Gammariden des Mesopelagials und wird von 0 - 1200 m Wassertiefe nachgewiesen. In den RMT 8-Fängen tritt E. propeperdentatus an der Antarktischen Halbinsel im Februar 1982 nur vereinzelt und in Küstennähe auf. Auf dem südlichen Schelf der Weddell See ist diese Art ein Jahr später mit teilweise hohen Abundanzen (maximal 14 Ind./1000 m<sup>3</sup>) eine dominierende Form im Makroplankton (Vgl. Tab. 4.17). E. microps ist im Südpolarmeer endemisch und circumpolar in Tiefen von 0 - 1400 m verbreitet (LOWRY & BULLOCK 1976). In unseren Fängen ist das Verbreitungsmuster von E. microps ähnlich dem von E. propeperdentatus, jedoch tritt die Art nur in kleinen Stückzahlen auf. E. antarcticus ist im Südpolarmeer mit maximalen Fangtiefen von 1800 m circumpolar verbreitet. Im pazifischen Sektor reicht die Verbreitung im Norden bis nach Neuseeland (LOWRY & BULLOCK 1976; ANDRES 1983). Wir fanden die Art nur in der Weddell See auf zwei ozeanischen Stationen und am Schelfhang nördlich von Halley Bay.

Auch die Lysianassiden Orchomene plebs und O. rossi sind circumpolar weit verbreitete Arten, für das Südpolarmeer endemisch und dringen in Tiefen bis zu 1200 m vor (THURSTON 1974; ANDRES 1983). O. plebs ist in den Schelfregionen der Ross See ein bedeutendes Nährtier der cryopelagischen Fischfauna (EASTMAN 1985). Nach unseren Beobachtungen sind beide Arten in der Weddell See charakteristische Formen der südlichen Schelfgemeinschaft. An der Antarktischen Halbinsel dehnt sich ihr Verbreitungsgebiet von den Schelfregionen bis in die mittlere Bransfield Straße aus. Eine Verdriftung vom Schelf dorthin ist aber nicht auszu-



schließen, denn mit dem Bellingshausen See Wasser, das auf der Nordseite der Bransfield Straße nach Nordosten fließt (CLOWES 1934; u.a.) ist ein Transport von Zooplankton aus den Schelfregionen in die mittlere Bransfield Straße durchaus möglich.

Epimeriella macronyx, ein Vertreter aus der Familie der Paramphithoidae, wird an der Antarktischen Halbinsel nur auf den schelfnahen Stationen gefangen. In der Weddell See gehört diese Art im Februar 1983 mit überwiegend juvenilen Exemplaren zu den charakteristischen Vertretern auf dem südlichen Schelf. Nach BARNARD (1932) wird E. macronyx auch bei den Süd Orkneys und in der Ross See angetroffen.

Von den zwölf ausschließlich pelagischen Hyperiid-arten, die in den Fängen vorliegen, ist Themisto gaudichaudii an der Antarktischen Halbinsel der dominante Vertreter. Dort fehlt diese Art nur auf den Stationen in der nordwestlichen Weddell See und im Antarctic Sound. Das Meiden des kalten Weddell See Wassers zeigt sich sehr gravierend in dem völligen Fehlen von T. gaudichaudii während der Expedition in die Weddell See. Mit Ausnahme der oben erwähnten Gebiete erscheint T. gaudichaudii an der Antarktischen Halbinsel im Februar 1982 auf allen Stationen mit teilweise sehr hohen Abundanz (max. 810 Ind./1000 m<sup>3</sup>, in der nordöstlichen Bellingshausen See). Durch ihre weiträumige Verbreitung ist diese Art in allen Stationsgemeinschaften eine dominierende Form (s. Tab. 4.15). Nach DUNBAR (1979) ist T. gaudichaudii eine der wenigen pelagischen Arten, die eine wirklich bipolare Verbreitung zeigt, d.h. die Art kommt nur in den höheren Breiten beider Hemisphären vor. Nach neueren enzymelektrophoretischen Untersuchungen an Exemplaren aus dem Nordatlantik und dem Südpolarmeer (SCHNEPPENHEIM & WEIGMANN-HAASS 1986) wird T. gaudichaudii in zwei Arten unterteilt, von denen T. compressa die Nordhalbkugel und T. gaudichaudii die Südhalbkugel bewohnt. Auf der Südhalbkugel erstreckt sich die Verbreitung von T. gaudichaudii von der Subtropischen Konvergenz im Norden bis hin zum antarktischen Kontinent im Süden (HURLEY 1969). Die Art ist circumpolar verbreitet und bevorzugt das wärmere Oberflächenwasser in den nördlicheren Teilen des Südpolarmeeres. Das Verbreitungsgebiet reicht im pazifischen Sektor bis nach Neuseeland, wo T. gaudichaudii mit zunehmender Entfernung von der Küste in größeren Abundanz auftritt (BARY 1959; KANE 1962). Die Abundanz nehmen in Richtung des antarktischen Kontinents wieder ab, die südliche Verbreitung reicht bis zur Grenze zwischen Westwinddrift und Ostwinddrift (MACKINTOSH 1934). Die sehr hohen Konzentrationen, die im Februar 1982 besonders in der Bellingshausen See angetroffen wurden (s. Abb. 4.32) und auf ein ausgeprägtes Schwarmverhalten hinweisen, werden auch von anderen Autoren aus weiten Teilen der Antarktis berichtet (z.B. KANE 1966; EVERSON 1984). T. gaudichaudii ist carnivor (SHEADER & EVANS 1974), und HARDY & GUNTHER (1936) beobachten an der Nordwestküste Süd Georgiens sehr große Schwärme, die sich intensiv von jungen Euphausiaceen ernähren. Damit ist diese Art als großer Krillräuber anzusehen. In der Bransfield Straße variieren die Abundanz von T. gaudichaudii wahrscheinlich deutlich zwischen den verschiedenen Sommermonaten und auch von Jahr zu Jahr, da hier auch andere Arten in der Gruppe der Hyperiid-arten dominieren können. So ist Hyperiella dilatata im Dezember 1983 - Januar 1984 der dominierende Hyperiid- und T. gaudichaudii wird nur sporadisch angetroffen (WITEK et al. 1985).

Nach HARDY & GUNTHER (1936) und HEMPEL et al. (1983) ist die Gattung Vibilia in weiten Teilen des Südpolarmeeres der zweithäufigste Hyperiid-

de. Im vorliegenden Material wird diese Gattung, vertreten durch die Art Vibilia propinqua nur selten auf einigen ozeanischen Stationen gefangen. Viele Hyperiidien sind als Parasiten im gelatinösen Makroplankton bekannt (BOWMAN & GRUNER 1973). Für die Gattung Vibilia bestätigen HARDY & GUNTHER (1936) diesen Parasitismus sehr anschaulich in dem gemeinsamen Auftreten von V. antarctica und der Salpe Salpa thompsoni in Fängen bei Süd Georgien. Hier dient die Salpe der parasitären V. antarctica als Wirtstier, das sie vollständig "ausfressen" kann.

Cyllopus lucasii, im Südpolarmeer endemisch und circumpolar verbreitet (WEIGMANN-HAASS 1983), zeigt in beiden Untersuchungsgebieten leichte Präferenzen für die ozeanischen Stationen, auf denen sie in geringen bis mäßigen Abundanzen ( $\leq 10$  Ind./1000 m<sup>3</sup>) sehr regelmäßig erscheint. Diese gleichförmige Verbreitung wird von anderen Autoren bestätigt (z.B. MACKINTOSH 1934). An der Antarktischen Halbinsel ist C. lucasii eine charakteristische Form der ozeanischen und der Bellingshausen See-Wasser-Gemeinschaft (s. Tab. 4.15). C. magellanicus lebt überwiegend in der Westwinddrift (WEIGMANN-HAASS 1983). Wir fanden sie nur einmal in der Drake Passage, und zwei Fänge aus der Weddell See sind die bisher südlichsten Funde dieser Art.

In beiden Untersuchungsgebieten konzentriert sich die Verbreitung von Hyperia macrocephala auf die küstennahen Regionen. Mit Gesamtlängen bis zu 15 mm ist H. macrocephala die größte Hyperiidien-Art unserer Fänge. Sie gilt als endemisch für das Südpolarmeer, wurde aber in vielen jüngeren Untersuchungen zur Verbreitung des antarktischen Zooplanktons nicht angetroffen (z.B. HURLEY 1969; DINOFRIO 1977; WITEK et al. 1985), obwohl sie nach BOWMAN (1973) im Oberflächenwasser sehr häufig sein soll. Offenbar ist diese Art ebenfalls ein bedeutender Parasit im gelatinösen Zooplankton, denn BOWMAN (1973) berichtet aus der Ross See von zwei Medusen-Fängen, die 101 bzw. 49 Exemplare von H. macrocephala enthielten. EMISON (1968) beschreibt die Art als Nahrung für Adelie-Pinguine.

Hyperiella dilatata und H. macronyx sind in unseren Fängen an der Antarktischen Halbinsel und in der Weddell See mit geringen Abundanzen relativ gleichförmig verteilt. Letztere Art fehlt nur auf den nordöstlichen Schelfstationen der Weddell See. Diese Verbreitungsmuster werden auch von anderen Autoren beschrieben (DINOFRIO 1977; HEMPEL et al. 1983). Bei WITEK et al. (1985) ist H. dilatata die dominante Hyperiidien-Art in der Bransfield Straße. Beide Arten sind im Südpolarmeer endemisch. H. antarctica reicht in ihrer nördlichen Verbreitung bis zur Subtropischen Konvergenz (HURLEY 1969). Im vorliegenden Material tritt die Art ausschließlich und in sehr geringen Abundanzen auf den ozeanischen Stationen im Bereich der Antarktischen Halbinsel auf.

Hyperoche medusarum zeichnet sich in der Weddell See durch eine sehr gleichmäßige, aber individuenarme ( $\leq 1$  Ind./1000m<sup>3</sup>) Verbreitung aus. H. medusarum ist aus der Weddell See bekannt (HEMPEL et al. 1983) und im Südpolarmeer endemisch. An der Antarktischen Halbinsel wird sie im Februar 1982 - wie auch auf früheren Expeditionen (DINOFRIO 1977) - nur selten gefangen. Eine Beschränkung auf den Schelf (HURLEY 1969) läßt sich aus unseren Fängen nicht ableiten.

Primno macropa ist nach neueren Erkenntnissen eine räuberische und im Südpolarmeer endemische Art, die das kalte Schelfwasser am antarkti-

schen Kontinent meidet (BOWMAN 1985). Ihre nördliche Verbreitung reicht circumpolar bis zur Subtropischen Konvergenz. *P. macropa* ist in beiden Untersuchungsgebieten auf den ozeanischen Stationen mit geringen bis mäßigen Abundanzen ( $\leq 10$  Ind./1000 m<sup>3</sup>) sehr regelmäßig vertreten. In der Weddell See dringt sie nicht auf den südlichen Schelf vor, wie auch von HEMPEL et al. (1983) berichtet wird. An der Antarktischen Halbinsel gehört *P. macropa* zu den charakteristischen Arten der ozeanischen Stationsgemeinschaft (Tab. 4.15).

#### Euphausiaceen

Bei der Beschreibung des antarktischen Zooplanktons werden die Euphausiaceen seit jeher bevorzugt. Sie sind die Nahrung der meisten Warmblüter, und ihr dominanter Vertreter, der Antarktische Krill, *Euphausia superba* rückte wegen seiner enormen Biomasse auch in den Mittelpunkt fischereibiologischer Interessen (z.B. GULLAND 1970; EVERSON 1977).

Fünf Arten, die im Südpolarmeer endemisch sind und eine circumpolare Verbreitung haben (z.B. BAKER 1954), werden in den vorliegenden RMT 8-Fängen angetroffen: *Euphausia superba*, *E. frigida*, *E. triacantha*, *E. crystallorophias* und *Thysanoessa macrura*. Nach ANTEZANA et al. (1976) reicht deren nördliche Verbreitung bis an die Antarktische Konvergenz, die von *E. frigida*, *E. triacantha* und *T. macrura* auch gelegentlich überschritten wird. Bis auf *E. triacantha* können alle Arten sehr dichte Schwärme bilden, die bei *E. superba* die weitaus höchsten Konzentrationen erreichen. So beobachteten russische Taucher bei *E. superba* Schwärmdichten von 50000 bis 60000 Tieren pro m<sup>3</sup>, was einer Individuendichte von max. 60 Mio. Ind./1000 m<sup>3</sup> gleichkommt (RAGULIN 1969). Jüngere Beobachtungen durch amerikanische Taucher (HAMNER et al. 1983) liegen bei 20000 bis 30000 Tieren pro m<sup>3</sup> ( $\approx$  max. 30 Mio. Ind./1000 m<sup>3</sup>). Diese sehr hohen Konzentrationen von juvenilen und adulten Tieren – wenn auch nur für kleinräumige Gebiete – sind durch Netzfänge nicht bekannt. Die maximale Krill-Abundanz im Februar 1982 liegt in der Belingshausen See nördlich von Adelaide Island und beträgt 14543 Ind./1000 m<sup>3</sup> (Oberflächenfang der Stat. 1149). In der Weddell See liegt sie ein Jahr später bei "nur" 1693 Ind./1000 m<sup>3</sup>. Sie wird dort in der Ostwinddrift vor dem nordöstlichen Schelf ebenfalls in einem Oberflächenfang angetroffen.

AMOS (1984) untersucht anhand umfangreicher Literaturrecherchen die Krillverbreitung in Abhängigkeit zur Hydrographie. Er findet keine Korrelation zwischen hohen Krill-Abundanzen und bestimmten Wasserkörpern des Südpolarmeeres, stellt aber fest, daß an hydrographischen Fronten wie etwa im Grenzgebiet zwischen Wassermassen aus der Weddell See und der Scotia See sehr hohe Krillkonzentrationen bestehen.

An der Antarktischen Halbinsel können nicht weniger als zehn verschiedene Wassermassen auftreten (ANONYMUS 1983a), woraus dort ein komplexes Frontensystem resultiert. Geographische Verbreitung und Abundanz von *E. superba* an der Antarktischen Halbinsel während der "John Biscoe"-Expedition im Februar 1982 werden ausführlich von SIEGEL (1985, 1986) geschildert, weshalb ich in dieser Diskussion darauf weitgehend verzichten möchte. Besondere Beachtung verdienen aber die hohen Krill-Abundanzen (z.B. 4080 Ind./1000 m<sup>3</sup>), die auf den Stationen unmittelbar vor der Packeisgrenze in der nordwestlichen Weddell See angetroffen werden. Das Packeis enthält hier sehr hohe Diatomeen-Konzentrationen, die als

braune Verfärbungen im Eis deutlich zu erkennen sind. An der Grenze zum eisfreien Wasser bilden sie für die dort auftretenden Krillschwärme exzellente Weidegründe (s.a. TRANTER 1982). Große Krillvorkommen in der Nähe der Packeisgrenze sind bereits von früheren Expeditionen bekannt. So beschreibt z.B. RUUD (1932), daß Walfänger in der Fangsaison 1929/30 zwischen den Süd Orkneys und Bouvet Island ständig der zurückweichenden Packeisgrenze folgten, weil sich die Blauwale, deren Hauptnahrung aus Krill besteht, dort zur Nahrungsaufnahme konzentrierten.

Die Stabilität des salzärmeren Oberflächenwassers ( $S < 34.20/00$ ), verbunden mit Auftriebserscheinungen und verminderten Turbulenzen an den Meereisrändern sowie die Anreicherung von Eisalgen aus dem schmelzenden Meereis lassen bei ausreichender Beleuchtung an den Eisrändern Gebiete hoher Primärproduktion und Phytoplankton-Biomasse entstehen (EL-SAYED 1970, 1971; SMITH & NELSON 1986). So war nach SMITH & NELSON (1986) in der nördlichen Weddell See ( $60^{\circ}\text{S}$ ,  $40^{\circ}\text{W}$ ) im November 1983 die Phytoplankton-Biomasse unter dem Packeis besonders gering ( $\text{Chl } a < 0.1 \mu\text{g/l}$ ), an den Eisrändern am größten ( $\text{Chl } a \sim 9 \mu\text{g/l}$ ) und nahm in Richtung Norden im eisfreien Wasser mehr und mehr ab. Diese hohe biologische Produktivität an den Eisrändern ist ohne Zweifel eine der Ursachen, daß sich das herbivore Zooplankton dort in großen Mengen konzentriert.

Im Februar 1983 konzentriert sich die Verbreitung von *E. superba* in der Weddell See auf die Stationen vor dem nordöstlichen Schelf (Abb. 4.46), womit sie die dominierende Euphausiaceen-Art der nordöstlichen Schelfgemeinschaft darstellt (s. Tab. 4.17). Einige dieser krillreichen Stationen liegen in der vor dem Schelf nach Südwesten ziehenden Ostwind-drift, die meisten aber in den Küstenpolynyen auf bzw. am Schelf. Im Gegensatz zu den krillreichen Stationen vor der Packeisgrenze in der nordwestlichen Weddell See vom Februar 1982 wird *E. superba* im Februar/März 1983 entlang der Packeisgrenze in der zentralen Weddell See nur sporadisch angetroffen (s. Abb. 4.46). Von Oktober bis November 1981 war *E. superba* wiederum die dominante Euphausiaceen-Art an der Packeisgrenze - wenn auch nicht in sehr hohen Konzentrationen (STEPIEN 1982).

Das Oberflächenwasser in den Küstenpolynyen am nordöstlichen Schelf der Weddell See war im Februar/März 1983 sehr stabil geschichtet: Unter einer relativ dünnen erwärmten und durch Schmelzprozesse des Eises salzärmeren Deckschicht ( $T > -1.6^{\circ}\text{C}$ ,  $S < 34.20/00$ ; s. Kap. 3.2.) liegt das kältere und salzreichere Schelfwasser ( $T < -1.6^{\circ}\text{C}$ ,  $S > 34.20/00$ ). Diese stabile Schichtung führt zu der oben geschilderten hohen biologischen Produktivität, die für den gleichen Zeitraum durch hohe Primärproduktionswerte in diesem Gebiet bestätigt wird ( $670 \text{ mg C/m}^2/\text{d}$ ; von BRÜCKEL 1985), und die damit die hohen Krill-Abundanzen erklärt. In der Weddell See wird juveniler und adulter Krill in größeren Anzahlen aus dem Bereich der Ostwinddrift und auf dem schmalen nordöstlichen Schelf auch auf anderen Expeditionen angetroffen (FEVOLDEN 1979, 1980; SIEGEL 1982). Auf dem südlichen Schelf (etwa ab  $74^{\circ}\text{S}$ ) tritt er nur noch sporadisch auf, was durch obige Autoren bestätigt wird. Wahrscheinlich werden nur noch wenige Tiere mit dem Küstenstrom auf den südlichen Schelf der Weddell See transportiert. Der Großteil der Tiere gelangt wohl mit der Ostwinddrift vor dem südlichen Schelf etwa bei der Halley Divergenz (s. Kap. 3.2.) in die zentrale Weddell See, wo er mit dem Weddell-Wirbel in Richtung Antarktische Halbinsel verdriftet wird. Leider lie-

gen aus diesem Gebiet bisher keine Fänge vor, die einen Transport der Tiere entlang der Schelfkante in Richtung Antarktische Halbinsel belegen könnten.

Die Euphausiaceen E. frigida und E. triacantha werden in unseren Fängen aus der Weddell See nicht angetroffen. An der Antarktischen Halbinsel bevorzugen beide das wärmere Tiefenwasser und treten daher hauptsächlich im ozeanischen Bereich auf (Abb. 4.59; 4.60). In der nördlichen Bransfield Straße werden sie nur in geringen Abundanzen gefangen ( $\leq 1$  Ind./1000 m<sup>3</sup>). Wahrscheinlich werden sie mit dem Bellingshausen See Wasser aus der südlichen Drake Passage hierher verdriftet. Ähnliche Verbreitungsmuster beschreibt bereits MACKINTOSH (1934) für beide Arten, und auch jüngere Untersuchungen (WEIGMANN-HAASS 1980; KITTEL & STEPNIK 1983; KITTEL et al. 1985) belegen die vorliegende Zoogeographie dieser Arten. Ein Schwärmmverhalten - ähnlich wie bei E. superba - wird für E. frigida in den Gewässern um Süd Georgien beobachtet (HARDY & GUNTHER 1936). Im Februar 1982 gelangen die südlichsten Fänge von E. frigida bei 65°S (südwestlich von Anvers Island) und von E. triacantha sogar bei 66°S (nördlich von Adelaide Island in der Bellingshausen See). Dies sind die südlichsten Fänge, die für diese Arten bisher bekannt sind, und sie verdeutlichen, daß sie eine Wassertemperatur bis etwa -1°C tolerieren. In der Literatur galt bisher für beide Arten die 1°C-Isotherme als untere Toleranzgrenze (BAKER 1959; WEIGMANN-HAASS 1980).

E. crystallorophias ist eine neritische Art, die nach LOMAKINA (1978) die Küstengewässer des antarktischen Kontinents bewohnt und bei Wassertemperaturen zwischen -1.8°C und 0°C auftritt. An der Antarktischen Halbinsel konzentriert sich ihre Verbreitung auf die Schelfbereiche der Bransfield Straße und der Bellingshausen See (MACKINTOSH 1934; JOHN 1936). Im Februar 1982 wird E. crystallorophias ebenfalls sehr zahlreich in diesen Gebieten angetroffen (Abb. 4.49). Die Verbreitung reicht bis nach Elephant Island (61°03'S, 54°42'W), wo acht Tiere in einem Hol auf dem nordöstlichen Schelf der Insel gefangen werden. Damit gelingt der bisher nördlichste Nachweis dieser Art, und für den Bereich der Antarktischen Halbinsel auch der östlichste. Offenbar werden die Tiere von den Schelfregionen an der Antarktischen Halbinsel mit dem in der Bransfield Straße nordostwärts ziehenden Bellingshausen See Wasser nach Elephant Island verdriftet. In der zentralen Bransfield Straße und auf den ozeanischen Stationen fehlt E. crystallorophias im Februar 1982, was im Einklang mit den polnischen Untersuchungen in diesem Gebiet steht (KITTEL & STEPNIK 1983; KITTEL et al. 1985).

E. crystallorophias kann in antarktischen Schelfgebieten in sehr großen Schwärmen auftreten oder aber auch zusammen mit E. superba, aber niemals in aus beiden Arten gemischten Schwärmen (JOHN 1936; KNOX 1970). Dieses Verbreitungsmuster wird durch jüngere Studien in der Admiralty Bay von King George Island (Süd Shetland Inseln) sehr anschaulich bestätigt (RAKUSA-SUSZCZEWSKI & STEPNIK 1980; KITTEL 1980). So berichtet KITTEL (1980), daß im Oberflächenwasser der Admiralty Bay in Planktonfängen mit einem "krill trawl" (Netzöffnung 1.5 mal 0.7 m, 6 mm Maschenweite) jeweils eine der beiden Arten deutlich dominierte. Diese sehr klare Trennung der Schwärme im kleinräumigen Bereich kann aus den vorliegenden RMT 8-Stufenfängen von der Antarktischen Halbinsel nicht nachvollzogen werden, da hohe E. crystallorophias-Konzentrationen

durchaus gemeinsam mit hohen Krill-Konzentrationen angetroffen werden (z.B. Stat. 1183 nördlich von Anvers Island: E. crystallorophias 217 Ind./1000 m<sup>3</sup>, E. superba 136 Ind./1000 m<sup>3</sup>). Sehr hohe Abundanzen von E. crystallorophias (904 Ind./1000 m<sup>3</sup>) sind auch aus RMT 8-Fängen der flachen Kraterlagune (~135 m) von Deception Island in der nordwestlichen Bransfield Straße bekannt (PIATKOWSKI 1985a). Im gleichen Fang liegen auch sehr hohe Krill-Abundanzen vor (446 Ind./1000 m<sup>3</sup>).

In der Weddell See fehlt E. crystallorophias im Februar/März 1983 auf den ozeanischen Stationen. Am nordöstlichen Schelf tritt die Art mit Ausnahme von zwei Stationen, die auf dem schmalen Schelf nahe der Schelfeiskante (Entfernung  $\leq 2$  sm) liegen und auf denen sehr reiche Fänge mit 265 bzw. 568 Ind./1000 m<sup>3</sup> gelingen, nur in geringen Abundanzen auf (s. Abb. 4.50). Das Hauptverbreitungsgebiet liegt auf dem südlichen Schelf, wo E. crystallorophias auf allen Stationen in teilweise sehr hohen Konzentrationen angetroffen wird. Hier ist sie die dominierende Makroplankton-Art (s. Tab. 4.17), und hier hat sie den gleichen Stellenwert im pelagischen Ökosystem, den E. superba in anderen Teilen des Südpolarmeeres besitzt; E. crystallorophias ist herbivor und mit einem E. superba ähnlichen, sehr effektiven Filterapparat ausgestattet, der das intensive Abweiden von Diatomeen ermöglicht (KITTEL & LIGOWSKI 1980). Ferner ist sie in den Schelfregionen ein bedeutendes Nährtier für Fische und Warmblüter. So findet DRESCHER (pers. Mitt.) im Februar 1983 in der südlichen Weddell See in den Mägen von Krabbenfresser-Robben sehr große Mengen (bis zu ~3 kg pro Tier) von E. crystallorophias, die teilweise das einzige Beutetier der Robben darstellten. In anderen Gebieten der Antarktis ist hingegen E. superba die Hauptnahrung der Krabbenfresser-Robbe (z.B. CROXALL et al. 1985). E. crystallorophias hält sich in den flachen Schelfgewässern wahrscheinlich auch häufig sehr nahe am Boden auf, denn KITTEL & LIGOWSKI (1980) finden in den Mägen von adulten Tieren große Mengen benthischer Kleinalgen. Auch aus unseren Stufenfängen von den Schelfregionen der Weddell See läßt sich eine bodennahe Lebensweise von E. crystallorophias ableiten, denn in den unteren Fangstufen, die z.T. nahe an den Boden heranreichten, waren die Abundanzen meistens am höchsten (Vgl. Abb. 4.79).

Thysanoessa macrura ist neben E. superba die dominante Euphausiaceen-Art im Südpolarmeer (z.B. MACKINTOSH 1934; WEIGMANN-HAASS 1980). An der Antarktischen Halbinsel zeigt die Art im Februar 1982 eine sehr gleichförmige Verbreitung (Abb. 4.51), und Abundanzen sind dort generell sehr hoch (max. 1182 Ind./1000 m<sup>3</sup> in der südlichen Bransfield Straße). T. macrura ist nicht so fleckenhaft verbreitet wie E. superba. Schwärme werden wesentlich seltener beobachtet (MACKINTOSH 1934).

In drei der vier Stationsgemeinschaften, die an der Antarktischen Halbinsel beschrieben werden (s. Kap. 4.4.1.1. und Tab. 4.15) dominiert T. macrura in der Häufigkeit des Auftretens der Arten über E. superba. Ferner ist die mittlere Abundanz (Median !) für das gesamte Untersuchungsgebiet an der Antarktischen Halbinsel für T. macrura höher als für E. superba ( $\bar{x}$  = 34.5 bzw. 29.0 Ind./1000 m<sup>3</sup>). Daraus folgt, daß E. superba bezüglich der Individuenzahl der juvenilen und adulten Tiere an der Antarktischen Halbinsel nicht häufiger ist als T. macrura. Dies ist eine Feststellung, die aus der Literatur bisher nicht bekannt ist.

#### Dekapodenlarven

Im antarktischen Benthos fehlen Dekapoden fast völlig (YALDWYN 1965).

Nur zwei im Südpolarmeer endemische Arten, Notocrangon antarcticus und Chorismus antarcticus sind circumpolar in den Schelfgebieten verbreitet (YALDWYN 1965; MAXWELL 1977). Beide Arten haben pelagische Larvenstadien (KIRKWOOD 1984), die auf den neritischen Stationen in der Weddell See im Februar 1983 sehr regelmäßig in den RMT 8-Fängen auftreten (Abb. 4.54; 4.55). N. antarcticus ist in unseren Fängen mit mäßigen Abundanzen ( $\leq 10$  Ind./1000 m<sup>3</sup>) die häufigere Art. C. antarcticus kommt in Einzelexemplaren nur auf den flachen Schelfstationen ( $\leq 300$  m) vor; an der Antarktischen Halbinsel wird diese Art im Februar 1982 nicht angetroffen. N. antarcticus fehlt dort ebenfalls mit Ausnahme von zwei Stationen auf dem südlichen Schelf der Bransfield Straße und zwei Stationen im Antarctic Sound ( $\leq 1$  Ind./1000 m<sup>3</sup>). Auch MUJICA & ASENCIO (1985) trafen N. antarcticus nur vereinzelt auf dem flachen Schelf in der südlichen Bransfield Straße.

Aus der Gruppe der holoplanktischen Dekapoden werden nur die bipolar im Meso- und Bathypelagial weit verbreiteten Arten Acanthephyra pelagica und Hymenodora gracilis in den RMT 8-Fängen nachgewiesen. Nach KIRKWOOD (1984) kommt A. pelagica bis in 4900 m vor. In den RMT 8-Fängen fanden sich von beiden Arten nur juvenile Tiere, deren vertikale Verbreitung sich bis ins Oberflächenwasser ausdehnt (KIRKWOOD 1984). Beide Arten treten in unseren Fängen hauptsächlich auf den ozeanischen Stationen auf, A. pelagica gehört in der Weddell See zu den charakteristischen Formen der ozeanischen Gemeinschaft.

#### Chaetognathen

Nach MACKINTOSH (1934) ist die Verbreitung der Chaetognathen im Oberflächenwasser des Südpolarmeeres sehr gleichförmig, mit leichten Schwerpunkten in den wärmeren ozeanischen Teilen. Ausführliche Untersuchungen zur Zoogeographie der verschiedenen Arten liegen für weite Teile der Antarktis von DAVID (1958) und ALVARINO et al. (1983 a,b) vor. DAVID analysiert das Chaetognathen-Material der britischen "Discovery"-Expeditionen, und ALVARINO und Mitarbeiter geben einen umfangreichen Bericht zur Verbreitung aller Arten, die während der amerikanischen "Eltanin"-Expeditionen von 1963 bis 1967 im pazifischen und atlantischen Teil der Antarktis gesammelt wurden. Sie heben hervor, daß die verschiedenen Chaetognathen-Arten die unterschiedlichen Wasserkörper charakterisieren und somit als Indikator-Arten verschiedener Wassermassen anzusehen sind.

Aus den vorliegenden Fängen aus dem Oberflächenwasser an der Antarktischen Halbinsel läßt sich keine Abhängigkeit der Chaetognathen-Verbreitung von hydrographischen Faktoren ableiten. Die Tiere treten dort sehr gleichmäßig in allen Fängen auf. Einige hohe Konzentrationen (max. 79 Ind./1000 m<sup>3</sup>) deuten auf ein Schwarmverhalten der Tiere, das aber aus der Literatur nicht bekannt ist (DAVID 1958). HAGEN (1983, 1985) analysiert sehr eingehend Verbreitung und Abundanz der verschiedenen Arten, die im Februar 1982 an der Antarktischen Halbinsel angetroffen werden und verdeutlicht, daß die verschiedenen Wassermassen keine Bedeutung für die geographische Verbreitung der Arten besitzen.

In den RMT 8-Fängen aus der Weddell See von Februar/März 1983 werden fünf Arten angetroffen: Sagitta gazellae, S. marri, S. maxima, Eukrohnia hamata und E. bathypelagica. Alle Arten sind circumpolar verbreitet, aber in ihrer nördlichen Ausdehnung nicht auf das Südpolarmeer

beschränkt. Die Arten der Gattung Sagitta werden vom antarktischen Kontinent bis etwas nördlich der Subtropischen Konvergenz ( $\sim 30^\circ\text{S}$ ) angetroffen (DAVID 1958; BOLTOVSKOY 1981), die Verbreitung von S. maxima reicht bis über den Äquator (DAVID 1958). E. hamata und E. bathypelagica sind kosmopolitische Arten, die in den Polargebieten epipelagisch und in den tropischen Gewässern bathypelagisch leben (BOLTOVSKOY 1981). Alle Arten haben ihre Hauptverbreitung in der Westwinddrift, wo sich besonders E. hamata an der Antarktischen Konvergenz konzentriert (DAVID 1958). Aus der Weddell See lagen bisher nur sehr wenige Chaetognathenfänge vor, die hauptsächlich aus den nördlichen Teilen stammen (THIEL 1938; ALVARINO et al. 1983a). Wie auch an der Antarktischen Halbinsel (HAGEN 1985) und in anderen Teilen des Südpolarmeeres (DAVID 1958) sind S. gazellae und E. hamata in unseren Fängen aus der Weddell See die weitaus häufigsten Arten, die auf allen Stationen angetroffen werden. Ihre Abundanzen sind meistens sehr hoch ( $\geq 10$  Ind./1000 m<sup>3</sup>), und sie gehören in allen drei Gemeinschaften zu den dominanten Arten.

S. marri und E. bathypelagica liegen in deutlich geringeren Individuendichten vor. Sie gehören zu den charakteristischen Formen der ozeanischen Gemeinschaft und fehlen auf den Schelfstationen. Dies verdeutlicht ihre Präferenz für das wärmere Tiefenwasser, das am Kontinent nicht vorkommt. S. maxima wird nur zweimal am nordöstlichen Schelfhang gefangen. An der Antarktischen Halbinsel ist diese Art im Mesopelagial aber nicht seltener als S. marri und E. bathypelagica (HAGEN 1985).

Da Chaetognathen erst ab einer Körperlänge von etwa 30 mm vom RMT 8 quantitativ gesammelt werden (HAGEN 1983), sind die errechneten Abundanzen besonders für die kleinwüchsigen Arten S. marri und E. hamata zu niedrig. Dies wird auch belegt durch einige RMT 1-Fänge aus dem Oberflächenwasser an der Antarktischen Halbinsel, aus denen HAGEN (1983) maximale Abundanzen berechnet, die um eine Größenordnung höher sind als die RMT 8-Fänge. Außerdem ist ein Fluchtverhalten vor dem Netz bei den großwüchsigen Arten - S. gazellae erreicht Körperlängen bis zu 120 mm - nicht auszuschließen. Die ausschließlich carnivoren Chaetognathen gelten als schnelle Schwimmer, die ihre Beute aktiv jagen (NAGASAWA & MARUMO 1976). Bei der Wahrnehmung der Beute spielen die über den gesamten Körper der Chaetognathen verteilten Tastbüschel (Vibrationsrezeptoren) eine wichtige Rolle (HORRIDGE 1966). Mit ihnen können die Tiere Vibrationen im Wasser sehr gut wahrnehmen und wahrscheinlich den Netzen gezielt ausweichen.

#### Salpen

Salpen sind in allen Meeren eine wichtige Komponente der Makroplanktongemeinschaften und können während der sogenannten "salp blooms" (Salpenblüten) fast die gesamte Biomasse des Zooplanktons ausmachen (FOXTON 1966; BRATTSTRØM 1972). Ihre Bedeutung als sehr effektive Phytoplanktonfiltrierer wird in jüngster Zeit durch mehrere Autoren hervorgehoben (HARBISON & McALISTER 1979; MULLIN 1983; REINKE 1986). Durch ihren effektiven Filterapparat können Salpen in manchen Gebieten das gesamte verfügbare Phytoplankton wegfressen (FRASER 1962), wodurch dann die oft beobachtete inverse Relation zwischen der Biomasse der Salpen und der des Phytoplanktons entsteht (HARDY & GUNTHER 1936). Die großen Salpenmengen produzieren nach Phytoplanktonblüten enorme Mengen an Kotballen, die zusammen mit dem Absinken abgestorbener Tiere einen bedeutenden Transport organischen Kohlenstoffs ins Bathypelagial und ins Benthos bewirken, der bis zu 12 mg C/m<sup>2</sup>/d betragen kann (WIEBE et al. 1979).



Den Winter überdauern die Tiere in einer solitären Form (Oozoid), die im Herbst durch eine geschlechtliche Vermehrung auf sehr komplizierte Weise entsteht (s. FOXTON 1966). Im Frühling gehen aus dieser Form durch vegetative Vermehrung zahlreiche Blastozoiden hervor, die in Ketten miteinander verbunden enorme Individuendichten erreichen können. Im Gegensatz zum Krill, der seine hohen Individuendichten durch ein intensives Konzentrieren der einzelnen Tiere auf engstem Raum erreicht ("species congregating"), entstehen Salpenschwärme folglich durch eine sehr schnelle Individuenvermehrung ("rapid multiplication"), die jeweils dann ausgelöst wird, wenn sich vorteilhafte Nahrungsbedingungen entwickeln, also nach dem Beginn einer Phytoplanktonblüte (EVERSON & WARD 1980; EVERSON 1984). Dies bewirkt - wie auch bei anderen schwarmbildenden Arten - eine über weite Gebiete sehr ungleichmäßige Verbreitung der Tiere, wie sie von HAURY et al. (1978) diskutiert wird, und die zu den eingangs erwähnten Schwierigkeiten bei der Beschreibung der Zoogeographie dieser Arten führt.

Im Südpolarmeer ist Salpa thompsoni die dominante Salpenart. Nach FOXTON (1966) reicht ihre geographische Verbreitung im Norden bis an die Subtropische Konvergenz und im Süden bis an den Kontinent. S. thompsoni ist im Südpolarmeer endemisch und circumpolar verbreitet. Der Verbreitungsschwerpunkt besteht im ozeanischen Bereich. An der Antarktischen Halbinsel wird S. thompsoni im Februar 1982 in sehr hohen Konzentrationen (max. 762 Ind./1000 m<sup>3</sup>) in der südlichen Drake Passage, in der nordöstlichen Bellingshausen See sowie auf den ozeanischen Stationen bei Elephant Island beobachtet. Im Weddell See-Wasser und auf den neritischen Stationen fehlt die Art oder tritt nur sporadisch auf (Abb. 4.64). Dies steht im Einklang mit jüngeren Untersuchungen, bei denen S. thompsoni ebenfalls im ozeanischen Bereich an der Antarktischen Halbinsel zu den dominanten Arten des Makroplanktons gehört (MUJICA & ASENCIO 1985; WITEK et al. 1985). In der Weddell See wird im Februar/März 1983 nur ein reicher Fang (568 Ind./1000 m<sup>3</sup>) im ozeanischen Teil erzielt.

Aus vielen Teilen des Südpolarmeeres berichten mehrere Autoren von sehr starken jährlichen Schwankungen der Salpen-Konzentrationen, indem sie die Fangzahlen aus gleichen Sommermonaten in verschiedenen Jahren vergleichen (FOXTON 1966; PIATKOWSKI 1985b; MUJICA & ASENCIO 1985). Einige der Autoren beobachten gleichzeitig mit hohen Salpen-Konzentrationen sehr geringe Abundanzen der Hauptnahrungskonkurrenten (herbivore Copepoden, Krill). Sie schließen daraus, daß eine hohe Individuendichte von Salpen größere Populationen oder Schwärme der Nahrungskonkurrenten verhindert und bei der Konkurrenz um die Nahrung nur eine der Gruppen die Oberhand behält. Nach jüngeren amerikanischen Untersuchungen (HUNTLEY pers. Mitt.) fehlt aber eine inverse Relation zwischen hohen Salpen- und Krill-Konzentrationen im Bereich der Antarktischen Halbinsel. Dies bestätigen auch mehrere unserer Stufenfänge aus den Gewässern um Elephant Island, in denen gleichzeitig hohe Salpen- und Krilldichten vorlagen. Jedoch fanden all diese Hols in der Nacht statt, wenn Salpen- wie auch Krillschwärme ins Oberflächenwasser wandern und sich während der Nahrungs-aufnahme dort vermischen. Aus den Tagesfängen läßt sich hingegen keine Vermischung der Schwärme ableiten.

#### Fischlarven und Fische

Die Jugendstadien vieler antarktischer Fische sind in der Literatur noch nicht beschrieben, und erst in jüngster Zeit erschienen Bestim-

mungsschlüssel für die häufigsten Arten (NORTH & WHITE 1982; EFREMENKO 1983). So ist die genaue Identifizierung einiger Fischlarven noch nicht möglich. Eine genaue Abschätzung der Abundanzen wird dadurch erschwert, daß kleine schlankwüchsige Arten von dem relativ grobmaschigen RMT 8 nicht quantitativ erfaßt werden können. Dies wird durch Untersuchungen zur Netzselektivität am Beispiel des Antarktischen Silberfisches Pleuragramma antarcticum von KELLERMANN (1985) sehr deutlich gezeigt.

Die Jugendstadien der im Südpolarmeer endemischen Nototheniiden werden in den vorliegenden Planktonfängen teilweise sehr zahlreich angetroffen. Dabei ist Pleuragramma antarcticum der weitaus häufigste Vertreter. Er ist der einzige Nototheniide, der in allen Lebensstadien pelagisch ist. Seine Biologie und geographische Verbreitung wurde in jüngster Zeit von mehreren Autoren ausführlich untersucht (KELLER 1983; HUBOLD 1984, 1985; KELLERMANN 1986). P. antarcticum kann in den Schelfgebieten am antarktischen Kontinent und zu den Zeiten, in denen die Euphausiaceen nur sehr spärlich vorkommen, vielen Krillkonsumenten als wichtige Nahrung dienen (z.B. EMISON 1968; EASTMAN 1985).

Die Biologie und Verbreitung der Jugendstadien der Nototheniiden während der "John Biscoe"-Expedition 1982 an der Antarktischen Halbinsel wird eingehend von KELLERMANN (1985) geschildert. Darum werde ich auf eine Diskussion dieser Gruppe für dieses Seegebiet verzichten. In den Schelfregionen der Weddell See ist P. antarcticum in unseren RMT 8-Fängen die häufigste Art unter den Nototheniiden. Die Postlarven (Altersklasse 0) gehören in den Schelfgemeinschaften zu den dominierenden Formen im Makroplankton (s. Tab. 4.17). Die Verbreitung all ihrer Lebensstadien, wie sie im Februar/März 1983 vorlag, wird ausführlich von HUBOLD (1984) geschildert. Auf dem südlichen Schelf der Weddell See ist P. antarcticum auch in anderen Jahren als dominierende Fischart bekannt (KELLER 1983; HUBOLD & EKAU 1986). Wahrscheinlich stellt sie dort den höchsten Anteil der Biomasse im pelagischen System (HUBOLD 1985).

Die Jugendstadien aller anderen nototheniiden Fische treten in den RMT 8-Fängen nur in sehr geringen Abundanzen auf und sind ausschließlich in den Schelfregionen verbreitet. Auch HEMPEL et al. (1983), die im Südsommer 1979/80 das erste Mal ein größeres Fischlarven-Material in der südlichen Weddell See sammeln, finden nur geringe Abundanzen dieser Gruppen. Eine Ausnahme bilden im Februar/März 1983 die Postlarven von Aethotaxis mitopteryx, die auf drei Schelfstationen in höheren Abundanzen angetroffen werden (max. 74 Ind./1000 m<sup>3</sup>; Abb. 4.85).

Von den mesopelagischen Arten werden in unseren Fängen hauptsächlich Jugendstadien und einige Adulte der Myctophiden sowie des Paralepididen Notolepis coatsi angetroffen. Unter den Myctophiden ist Electrona antarctica der dominante Vertreter, der in früheren Untersuchungen an der Antarktischen Halbinsel ebenfalls auf den ozeanischen Stationen seinen Verbreitungsschwerpunkt hat (ROWEDDER 1979a; MUJICA & ASENSIO 1985). Die adulten Tiere dieser Art wie auch die der anderen Myctophiden sind als große Krillräuber bekannt (ROWEDDER 1979b; WILLIAMS 1985) und treten nachts, wenn sie aus dem Mesopelagial ins Oberflächenwasser wandern, häufig zusammen mit hohen Krill-Konzentrationen auf.

In der Weddell See werden die Myctophiden sowie N. coatsi nur auf den Stationen der ozeanischen Gemeinschaft angetroffen. Die frühen Lebens-

stadien von *N. coatsi* sind dort eine charakteristische Form, die Abundanz aber nur gering bis mäßig ( $<10$  Ind./1000 m<sup>3</sup>).

## 5.2. Biomasse

In den letzten Jahrzehnten wurden umfangreiche Zooplanktonuntersuchungen im Südpolarmeer durchgeführt, aus denen einige Autoren auch Biomasse-Werte des Zooplanktons errechneten. Die Angaben bezogen sich dabei zumeist auf das Naßgewicht der Fänge und wurden auf mg/m<sup>3</sup> oder ml/1000 m<sup>3</sup> standardisiert. Leider wurden sehr verschiedene Netze eingesetzt, durch deren unterschiedliche Fängigkeit die Biomasse-Werte nur mit Vorbehalt vergleichbar sind. Eine Übersicht der wichtigsten Arbeiten und deren Angaben zur Biomasse des Zooplanktons ist in Tab. 5.1 zusammengestellt. Nur die Arbeiten aus dem atlantischen Teil des Südpolarmeeres aus den letzten Jahrzehnten sind darin berücksichtigt. Die Biomasse-Werte (Naßgewicht bzw. Naßvolumen) in der Tabelle zeigen die von mir in ml/1000 m<sup>3</sup> umgerechneten Werte aus der zitierten Literatur. Dabei wurde davon ausgegangen, daß 1 g Naßgewicht 1 ml Naßvolumen entspricht.

Die grundlegende Arbeit zur geographischen und saisonalen Variabilität der Zooplankton-Biomasse im Südpolarmeer stammt von FOXTON (1956). Er berechnet die Zooplankton-Verdrängungsvolumina aus über 2000 Vertikalnetzfangen, die in den 30er und 50er Jahren während der britischen "Discovery"-Expeditionen eingebracht wurden. Die Fänge stammen aus allen Teilen des Südpolarmeeres und reichten im Norden bis zur Subtropischen Konvergenz und im Süden bis an den Antarktischen Kontinent. FOXTON kommt u.a. zu folgenden Schlußbetrachtungen: Über das ganze Jahr gesehen gibt es in den oberen 1000 m des Wasserkörpers nur geringfügige Schwankungen in der Gesamtbiomasse des Zooplanktons. Zwischen den einzelnen Sektoren des Südpolarmeeres bestehen keine signifikanten Unterschiede. In den Sommermonaten (November - Juni) konzentriert sich das Zooplankton am Tage wie auch nachts im Oberflächenwasser, im Winter (Mai - Oktober) verharret es in tieferen Wasserschichten, wodurch die höchsten Zooplankton-Konzentrationen dann im warmen Tiefenwasser angetroffen werden. Von der Subtropischen Konvergenz nehmen die Biomasse-Werte in Richtung Süden kontinuierlich bis zur Antarktischen Konvergenz zu, in deren Bereich sie ihre Maximalwerte erreichen. Südlich der Konvergenz nehmen sie wiederum kontinuierlich in Richtung des antarktischen Kontinents ab. FOXTON räumt jedoch ein, daß in den höheren Breiten südlich der Antarktischen Konvergenz durch die großen Krillvorkommen sehr hohe Biomasse-Werte vorliegen müssen, die mit dem kleinen Vertikalnetz nicht erfaßt werden können. In seine Berechnungen gehen große Medusen, Salpen, Fische und große Euphausiaceen nicht mit ein.

Die mittleren Biomasse-Werte, die FOXTON südlich der Antarktischen Konvergenz im Oberflächenwasser (0 - 250 m) ermittelt, sind in den Monaten Februar und März am höchsten. Im Februar - aus diesem Monat stammt auch die Mehrzahl unserer Fänge - beträgt die mittlere Biomasse nach FOXTON 46.4 ml/1000 m<sup>3</sup> (s.a. Tab. 5.1). Mittlere Biomasse-Werte gleicher Größenordnung errechnen auch JAZDZEWSKI et al. (1982) und NAST (1986) aus ihren Fängen an der Antarktischen Halbinsel (s. Tab. 5.1). Auch die mittlere Biomasse, die aus unseren Fängen an der Antarktischen Halbinsel resultiert (71 ml/1000 m<sup>3</sup>), kommt den Werten von FOXTON sehr nahe.

Tab. 5.1: Literaturübersicht zur Zooplankton-Biomasse im atlantischen Sektor des Südpolarmeeres. Werte in Klammern sind Mittelwerte. Weitere Erläuterungen im Text.

Autor(en)	Biomasse (ml/1000 m <sup>3</sup> )	Gebiet und Saison	Netz, Netzöffnung, Maschenweite und Holart	Fangtiefe
FOXTON (1956)	46.7	Südpolarmeer, Februar 1936 u. 1939	Nansen-Netz, 0.38 m <sup>2</sup> 360 µm, vertikal	250 - 0 m
EL-SAYED & TAGUCHI (1981)	30.2	nördliche Weddell See, Februar 1977	Vertikal-Netz, 0.20 m <sup>2</sup> 333 µm, vertikal	200 - 0 m
s.o.	99.8	südliche Weddell See, Februar/März 1977	s.o.	s.o.
MUJICA & TORRES (1982)	7 - 345	Bransfield Straße, Januar/Februar 1981	CalCOFI-Netz, 1.57 m <sup>2</sup> 335 µm, schräg	210 - 0 m
JAZDZEWSKI <u>et al.</u> (1982)	43 - 565 (96)	Bransfield Straße, Februar/März 1981	Nansen-Netz, 0.38 m <sup>2</sup> 260 µm, vertikal	100 - 0 m
PIATKOWSKI (1982)	1 - 475 (7)	Scotia See, Februar 1981	RMT 8, ~8.00 m <sup>2</sup> 4500 µm, schräg	200 - 0 m
WITEK <u>et al.</u> (1985)	3 - 2943 (320)	Bransfield Straße, Dez. 1983 - Jan. 1984	Bongo-Netz, 0.28 m <sup>2</sup> 505 µm, schräg	200 - 0 m
NAST (1986)	10 - 880 (130)	Elephant Island, November 1983	RMT 8, ~8.00 m <sup>2</sup> 4500 µm, schräg	200 - 0 m
s.o.	41 - 830 (11)	Elephant Island, November 1984	s.o.	s.o.
s.o.	1 - 840 (31)	Elephant Island, März 1985	s.o.	s.o.
vorliegende Arbeit	7 - 1661 (71)	Antarktische Halbinsel, Februar 1982	RMT 8, ~8.00 m <sup>2</sup> 4500 µm, schräg	200 - 0 m
s.o.	2 - 280 (16)	Weddell See, Februar/März 1983	s.o.	290 - 0 m

Obwohl die Berechnungen der verschiedenen Autoren zur Zooplankton-Biomasse auf Fängen mit sehr unterschiedlichen Netzen basieren (s. Tab. 5.1), liegen sie doch fast alle in der gleichen Größenordnung (zwischen 10 und 99 ml/1000 m<sup>3</sup>). Nur die mittlere Zooplankton-Biomasse, die WITEK et al. (1985) aus Bongo-Fängen in der Bransfield Straße errechnen (320 ml/1000 m<sup>3</sup>), liegt deutlich über diesen Werten.

In der vorliegenden Arbeit wurde ein signifikanter Unterschied (U-Test,  $\alpha = 0.05$ ) zwischen den mittleren Biomassen aus dem Bereich der Antarktischen Halbinsel (71 ml/1000 m<sup>3</sup>) und der Weddell See (16 ml/1000 m<sup>3</sup>) festgestellt.

### 5.3. Vertikalverteilung und -wanderung

Nach den beobachteten Verteilungsmustern des Makroplanktons im Oberflächenwasser hält sich der Großteil der Arten im Wasserkörper unterhalb der Temperatursprungschicht auf. Jedoch stellt die Sprungschicht keine Barriere für die Vertikalverteilung dar, da sie von den meisten Arten während ihrer täglichen Vertikalwanderungen regelmäßig überschritten wird (z.B. Euphausia frigida, Hyperietta dilatata). Einige Arten sind gleichmäßig in allen drei untersuchten Tiefenstufen des Oberflächenwassers verteilt, zeigen also keine Präferenzen für eine bestimmte Wassermasse (z.B. Tomopteris carpeniteri, Clio pyramidata), und nur wenige konzentrieren sich ständig über der Temperatursprungschicht (z.B. Themisto gaudichaudii, Limacina helicina).

Der Vergleich der Abundanzen aus Tag- und Nachtfängen zeigt für viele Arten eine deutliche Vertikalwanderung. Die Gründe aber, warum vom Zooplankton z.T. sehr große tägliche Vertikalwanderungen ausgeführt werden, sind bis heute noch nicht eindeutig geklärt. Es gibt aber mehrere Hypothesen dazu. So sind etwa das Aufsuchen von Nahrungsgründen, das Herabsetzen von Konkurrenzsituationen innerhalb eines Wasserkörpers, die Flucht vor Freßfeinden, ein horizontaler Weitertransport durch das Aufsuchen anderer Wasserschichten, in denen eine andere Strömungsrichtung herrscht sowie auch energetische Gründe allgemeingültige Hypothesen, für die es in der Literatur zahlreiche Beispiele gibt, und die dort ausführlich diskutiert werden (z.B. McLAREN 1963; BANSE 1964; LONGHURST 1976).

Zooplanktonarten fast aller taxonomischen Gruppen steigen mit dem Beginn der Abenddämmerung zum Nahrungserwerb in die Deckschicht auf, wo sie sich im Laufe der Nacht stark ansammeln können. Dort fressen sie intensiv und wandern mit der Morgendämmerung wieder in die Wasserschichten unterhalb der Sprungschicht, wo sie sich tagsüber aufhalten. Dies ist aus allen Meeren bekannt und besonders bei Euphausiaceen, Salpen und Myctophiden ausgeprägt (z.B. BRINTON 1967; ROE 1974; YOUNGBLUTH 1976; PEARCY et al. 1977; WIEBE et al. 1979). Im Südpolarmeer wird diese Form der Vertikalwanderung bereits von HARDY & GUNTHER (1936) geschildert, die sie besonders bei Euphausiaceen, Hyperiidien, Salpen und z.T. auch bei Chaetognathen beobachten.

In jüngster Zeit wurden zur Vertikalwanderung des Krills, Euphausia superba auch hydroakustische Untersuchungen durchgeführt (z.B. KALINOWSKI & WITEK 1980; EVERSON 1982, 1983), die zeigen, daß das oben geschilder-

te Schema der Vertikalwanderung für den Krill nicht vollständig zutrifft. Vielmehr überlagern sich beim Krill in Abhängigkeit von der Größe der Tiere verschiedene Formen der Vertikalverteilung und -wanderung, die zu einer insgesamt sehr schlecht interpretierbaren Form führen (EVERSON 1984). Nach EVERSON (1984) liegen beim Krill nachts zwar sehr hohe Konzentrationen der Tiere in der Deckschicht vor; sie vereinigen sich aber nicht zu Schwärmen, sondern die Tiere verteilen sich während der Nahrungsaufnahme gleichmäßig dicht unter der Wasseroberfläche ("nighttime dispersion"). Die sehr kompakten Schwärme mit noch höheren Individuendichten entstehen hauptsächlich am Tage unterhalb der Deckschicht. EVERSON (1984) spricht hierbei von einem "daytime swarming". Die sehr hohen Abundanzen, die in der vorliegenden Arbeit aus einigen Tagfängen errechnet wurden, sind auf diese Schwärme zurückzuführen, die sehr ungleichmäßig ("patchy") verteilt sind. Daran ist auffällig, daß sich die Längenhäufigkeitsverteilungen auch von sehr dicht benachbarten Schwärmen deutlich voneinander unterscheiden (WATKINS 1986; WATKINS et al. 1986).

Während die ungleichmäßige Verteilung der Schwärme auch für andere Zooplanktongruppen zutrifft, ist ein Fluchtverhalten vor dem herannahenden Netz nur für die mobileren Arten zu erwarten. Am Tage ist es wesentlich stärker ausgeprägt als nachts, da die Tiere dann das Netz visuell besser wahrnehmen. Ein starkes Fluchtverhalten vor großen Planktonnetzen (MOCNESS, RMT 8) während des Tages zeigen z.B. WIEBE et al. (1982) und ROE et al. (1984) sehr eindrucksvoll bei atlantischen Euphausiaceen.

Für antarktische Euphausiaceen wird es bereits von MACKINTOSH (1934) und HARDY & GUNTHER (1936) erwähnt, und KANE (1966) beschreibt es für Themisto gaudichaudii. Die Abundanzen der mobileren Arten, die aus Tagfängen berechnet werden, sind daher wahrscheinlich deutlich unterschätzt. Um diesen Fehler möglichst gering zu halten, empfehlen einige Autoren den Einsatz größerer Netze (z.B. MCGOWAN & FRAUNHOF 1966; CLUTTER & ANRAKU 1968). Jedoch selbst ein relativ großes Netz wie das RMT 8, mit dem die vorliegenden Fänge eingebracht wurden, kann die auftretenden Abundanz-Unterschätzungen bei Tagfängen nicht vermeiden, denn EVERSON & BONE (1986) weisen eine wesentlich geringere Netzflucht des Krills vor diesem Netz während der Nachthols nach. Um den Fehler bei der Abundanzabschätzung des Krills entscheidend zu verringern, wollen die Arbeitsgruppen des British Antarctic Survey (BAS) daher Abundanzabschätzungen in Zukunft weitgehend aus Nachthols ermitteln (WATKINS, pers. Mitt.).

#### 5.4 Gemeinschaftsanalyse

In der vorliegenden Arbeit wurden mehrere Stationsgemeinschaften im Oberflächenwasser an der Antarktischen Halbinsel und der Weddell See nachgewiesen, die von verschiedenen Artengemeinschaften des Makroplanktons charakterisiert wurden. Spätestens hier muß einmal auf den Begriff der Gemeinschaft ("community"), wie er in der Ökologie verstanden wird, näher eingegangen werden. Es gibt mehrere Definitionen für diesen Begriff. Nach TISCHLER (1975) z.B. ist eine Gemeinschaft ein "allgemeiner Begriff für eine im Abhängigkeitsgefüge stehende Organismengruppe ohne Berücksichtigung ihrer Größenordnung". Der Begriff "Gemeinschaft" stammt ursprünglich aus der terrestrischen Pflanzenökologie. Die Analy-

se terrestrischer Lebensgemeinschaften hat in Botanik und Zoologie eine sehr lange Tradition, während die Analyse aquatischer Lebensgemeinschaften noch relativ jung ist. Wahrscheinlich liegt der Grund für diese Entwicklung darin, daß terrestrische Lebensgemeinschaften relativ problemlos zu analysieren sind. Landlebende Pflanzen sind standorttreu und daher sehr einfach zu inventarisieren. Auch landlebende Tiere inklusive der Avifauna sind wesentlich einfacher in ihren Beständen und Gemeinschaften zu erfassen als die aquatische Fauna.

Die quantitative Erfassung und Analyse aquatischer und hier speziell mariner Lebensgemeinschaften ist wesentlich schwieriger. Während die Aufnahme benthischer Gemeinschaften durch Tauchbeobachtungen, Absammeln und Photographieren des Meeresbodens mit Spezialgeräten noch relativ gut durchzuführen ist, gestaltet sich eine genaue Analyse pelagischer Lebensgemeinschaften wesentlich schwieriger. Hierbei kommen besonders beim sehr mobilen Makroplankton und Nekton noch Faktoren wie "patchiness" (Unregelmäßigkeit im Auftreten), "avoidance" (Fluchtverhalten) und die Maschenselektivität der Fanggeräte hinzu, die eine naturgetreue Erfassung nahezu unmöglich machen (McGOWAN 1974; HAURY et al. 1978; OMORI & HAMNER 1982).

MILLS (1969) geht in seiner Arbeit über das Konzept mariner Gemeinschaften davon aus, daß die traditionellen Gemeinschaftsanalysen auf das pelagische System nicht übertragbar sind. Er fordert für die Gemeinschaftsstudien die Einbeziehung der Umweltparameter und postuliert, daß Gemeinschaften des Pelagials nur durch umfangreiche Probennahmen in dichten Stationsnetzen ("ecological surveys") analysiert werden können. HAURY et al. (1978) diskutieren in ihrer grundlegenden Arbeit zur räumlichen und zeitlichen Variabilität der Planktonverbreitung sehr eingehend die physikalischen und biologischen Prozesse, die die Verbreitung des Planktons beeinflussen. Sie geben eine ausführliche Übersicht über alle Faktoren, die die Verbreitungsmuster und die Gemeinschaftsstrukturen des Planktons beeinflussen und zeigen außerdem die Faktoren, die bei einer Probennahme ("sampling filter") die wirklichen Verbreitungsmuster ("true patterns") verfälschen (Abb. 5.1).

Aus der Probennahme resultieren dann Verbreitungsmuster ("observed patterns"), die nicht der Realität entsprechen und nur durch eine genaue Interpretation unter Berücksichtigung aller Einflußgrößen, die bei der Probennahme einwirken, dem wirklichen Verbreitungsmuster nahe kommen. Die ausführliche Darstellung obiger Autoren zeigt deutlich die große Anzahl von Faktoren, die bei einer Gemeinschaftsanalyse berücksichtigt werden muß, und die bei Gemeinschaftsanalysen terrestrischer Systeme wesentlich geringer ist.

Sinn und Zweck jeder Gemeinschaftsanalyse ist es den wirklichen Verbreitungsmustern möglichst nahe zu kommen. Um dabei die umfangreichen ökologischen Felddaten, die im Sinne von MILLS (1969) bei der Beprobung der pelagischen Gemeinschaft anfallen, sinnvoll auswerten zu können, sind bei ihrer Bearbeitung Methoden der multivariaten Datenanalysen von großer Hilfe (FIELD et al. 1982; BÖLTER & MEYER 1986).

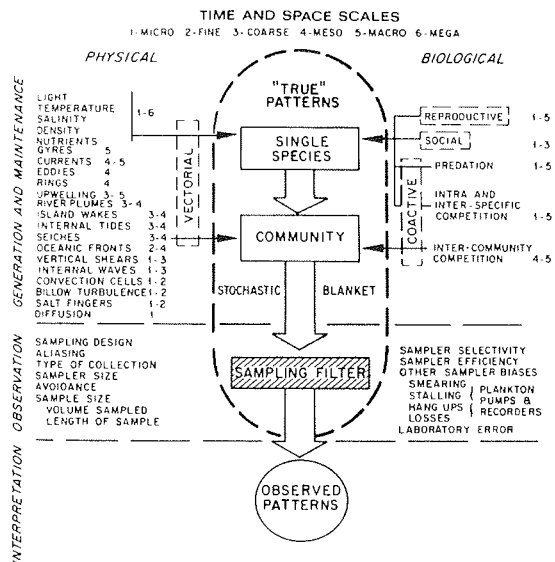


Abb. 5.1: Faktoren, die Verbreitungsmuster und Gemeinschaftsstrukturen des Planktons beeinflussen. Aus HAURY et al. (1978).

In der vorliegenden Arbeit wurden hierzu die Clusteranalyse sowie Berechnungen zur Artenvielfalt herangezogen. Die Clusteranalyse ist eine beschreibende Statistik, die als eine Ordnungshilfe verstanden werden muß. Die Grenzen (Signifikanzniveaus), mit denen die Einteilung der Gemeinschaften erfolgt, sind in keiner Weise bindend, sondern vom Anwender selbst wählbar, d.h. sie obliegen seiner eigenen Interpretation.

Die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Stations- und Artengemeinschaften lassen sich - wie in anderen Meeren auch - eindeutig verschiedenen Wasserkörpern zuordnen, sind also sehr stark von physikalischen Faktoren abhängig. Obwohl im Bereich der Antarktischen Halbinsel ein sehr komplexes Strömungssystem vorliegt, gelang hier eine Trennung von vier Stationsgemeinschaften und mindestens vier verschiedenen Artenassoziationen. Darin zeigt sich deutlich, daß die Zusammensetzung der Gemeinschaften an der Antarktischen Halbinsel im Sinne Haeckels stark variiert (HAECKEL 1891) und keine gleichmäßige Verteilung, wie sie HENSEN (1890) für das Plankton beschreibt, vorliegt (s. Kap. 1).

An der Antarktischen Halbinsel existieren zahlreiche hydrographische Fronten, die die Gemeinschaften deutlich voneinander trennen. Diese Fronten, die auch aus anderen Meeren als Barrieren zwischen verschiedenen Gemeinschaften bekannt sind (z.B. BRANDT & WADLEY 1981; OLSON & BACKUS 1985), weisen aber auch sogenannte Übergangsgemeinschaften auf, die sich an ihnen konzentrieren und Arten beherbergen, die aus beiden angrenzenden Gemeinschaften stammen. Sie sind räumlich und zeitlich nur



sehr schlecht zu erfassen, da die Wassermassen hier von besonders vielen physikalischen Prozessen strukturiert werden (McGOWAN 1977). Die von mir als "transitional community" bezeichnete Gemeinschaft kommt dieser Übergangsgemeinschaft sehr nahe. In ihr vermischen sich viele Elemente der angrenzenden Gemeinschaften, in diesem Falle der "Bellingshausen See Wasser-Gemeinschaft" und der "Neritischen Gemeinschaft". Typische Leitformen sind in der Übergangsgemeinschaft nicht erkennbar. Die vierte von mir im Bereich der Antarktischen Halbinsel dargestellte Gemeinschaft ist die "Ozeanische Gemeinschaft", in der hauptsächlich Stationen aus der südlichen Drake Passage und der Scotia Sea vereint werden. In ihr treten typisch ozeanische Formen wie Myctophiden und Medusen auf. Die "ozeanische Gemeinschaft" kommt der von JAZDZEWSKI et al. (1982) als "antarktisch" bezeichneten Gemeinschaft sehr nahe, während die anderen drei Gemeinschaften der von JAZDZEWSKI et al. (1982) als "kontinental" bezeichneten Gemeinschaft zuzuordnen sind.

Ebenfalls im Bereich der Antarktischen Halbinsel analysiert RAKUSA-SUSZCZEWSKI (1983) drei verschiedene Gemeinschaften: eine "antarktische", eine "intermediäre" und eine "kontinentale". Er bezieht bei seinen Untersuchungen Phytoplankton und kleines Zooplankton mit ein. Nach seinen Angaben sind im Makroplankton Pteropoden und Chaetognathen Leitformen der "antarktischen Gemeinschaft", die er in der südlichen Drake Passage ansiedelt, und die sich mit der "ozeanischen Gemeinschaft" der vorliegenden Arbeit vergleichen läßt. Die "intermediäre Gemeinschaft" beschreibt RAKUSA-SUSZCZEWSKI (1983) für die Gebiete, in denen sich das Wasser der Bransfield Straße mit dem Weddell See Wasser mischt. Hier sind Polychaeten und Fischlarven die wichtigsten Vertreter des Makroplanktons. Die "kontinentale Gemeinschaft" bezieht sich auf die Bransfield Straße und die Küstenregionen. Hier dominieren Krill und *Themisto gaudichaudii*. Sie ist vergleichbar mit der von mir vorgestellten "Neritischen" und der "Bellingshausen See Wasser-Gemeinschaft". Die Gemeinschaften, die RAKUSA-SUSZCZEWSKI (1983) beschreibt, bestätigen weitgehend die Beobachtungen, die bereits MACKINTOSH (1934) zu antarktischen Planktongemeinschaften anstellt. Allen bis hierher erwähnten Arbeiten zu Gemeinschaftsanalysen an der Antarktischen Halbinsel ist gleich, daß sich an Fronten und ihren Übergangszonen sehr viele Arten konzentrieren. Typische Leitformen sind dort nur sehr schwer auszumachen, weil die Gemeinschaften sich hier vermischen. Charakteristisch sind außerdem die damit einhergehenden hohen Biomasse-Werte, da durch die Vermischung der Wasserkörper an den Fronten sehr produktive Gebiete entstehen. Ferner versuchen diese Arbeiten anhand der Gemeinschaften verschiedene Zonierungen bzw. Faunenprovinzen darzustellen, die in enger Beziehung zu den Wassermassen stehen.

HEMPEL (1985) nimmt eine Einteilung des marinen Antarktischen Ökosystems vor, die sich an der Eisbedeckung der Wassermassen orientiert und breitenabhängig ist. Er unterteilt drei Zonen: die Westwinddrift, die das ganze Jahr über eisfrei ist, die Ostwinddrift mit saisonaler Eisbedeckung im Südwinter und das Schelfwasser der Hochantarktis, das das ganze Jahr vom Eis bedeckt wird mit Ausnahme der Polynyen und Waken.

Die Gemeinschaftsanalysen, die HOPKINS (1985), MILLER (1985) und BODEN & PARKER (1986) vornehmen, beschreiben hingegen hauptsächlich die Artenkompositionen in relativ kleinräumigen Gebieten.

Im Gegensatz zur Antarktischen Halbinsel ist die Hydrographie in den Untersuchungsgebieten der Weddell See einfacher strukturiert (s. Kap. 3.2), was die Zuordnung der Stationsgemeinschaften zu den verschiedenen Wasserkörpern erleichtert. Drei Stationsgemeinschaften und vier typische Artengemeinschaften lassen sich darstellen (vgl. Abb. 4.89). Die "ozeanische Gemeinschaft" besteht aus den Stationen in der inneren Weddell See und einigen Stationen, die über dem Kontinentalhang vor dem nordöstlichen Schelf liegen, d.h. entweder in der Ostwinddrift oder im wärmeren Oberflächenwasser des Weddell-Wirbels. Typische Bewohner dieser Gemeinschaft sind gelatinöse Arten wie Salpa thompsoni, Vogtia serrata oder Sagitta marri, die aus dem warmen Tiefenwasser stammen, das in den Schelfregionen nicht angetroffen wird. Die Bewohner dieser Gemeinschaft sind weitgehend identisch mit denen, die auch in der "ozeanischen Gemeinschaft" an der Antarktischen Halbinsel auftreten. Die "nordöstliche Schelfgemeinschaft" setzt sich vorwiegend aus den Stationen zusammen, die auf oder dicht vor dem schmalen nordöstlichen Schelf der Weddell See liegen. Sie werden hauptsächlich von der entlang der Schelfeiskante nach Südwesten ziehenden Ostwinddrift beeinflusst. Auf dem schmalen Schelf besteht ein Austausch von warmem Tiefenwasser der Ostwinddrift und kaltem Schelfwasser der Schelfgebiete (FEVOLDEN 1980), obwohl eine relativ stabile hydrographische Schichtung vorliegt. Dies führt zu einer starken Vermischung von ozeanischen und Schelfformen im Makroplankton, so daß keine Leitformen in der "nordöstlichen Schelfgemeinschaft" existieren.

Etwa bei Halley Bay (~75°S) wird der Großteil der südwestlich ziehenden Wassermassen entlang des Schelfrandes nach Nordwesten in den Weddell-Wirbel abgelenkt, und nur noch ein schmaler Küstenstrom zieht auf dem ausgedehnten südlichen Schelf in Richtung Südwesten. In dieser Divergenzzone liegt die Grenze zwischen der "nordöstlichen" und der "südlichen Schelfgemeinschaft" (vgl. Abb. 4.83). Sie ist biogeographisch sehr markant und unterscheidet im gleichen Zeitraum der Untersuchungen auch zwei verschiedene Phytoplanktongemeinschaften (v. BRÜCKEL 1985). Die "südliche Schelfgemeinschaft" faßt alle auf den flachen Schelfregionen gelegenen Stationen zusammen. Hydrographische Schichtungen sind in dem hier sehr kalten Schelfwasser kaum vorhanden. Im Makroplankton treten typisch neritische Arten wie Euphausia crystallorophias, Eusirus propeperdentatus und Epimeriella macronyx auf. Viele der hier auftretenden Arten sind auch an der Antarktischen Halbinsel Leitformen in den flachen Schelfregionen, jedoch sind deren Abundanzen dort deutlich niedriger.

Bei der Ermittlung der Arten-Dominanzen in den verschiedenen Gemeinschaften ist es sehr auffällig, daß in den Gemeinschaften der Weddell See jeweils eine andere Euphausiaceen-Art unter den ersten dominanten Formen auftritt: In der "ozeanischen Gemeinschaft" ist es Thysanoessa macrura, in der "nordöstlichen Schelfgemeinschaft" Euphausia superba, eine Art, die sich gerne an hydrographischen Fronten bzw. Vermischungsgebieten konzentriert, und in der "südlichen Schelfgemeinschaft" E. crystallorophias, eine typisch neritische Art.

Die vorliegende Gemeinschaftsanalyse beschreibt nur die Artenkompositionen des Makroplanktons. Durch die Verknüpfung dieser Arbeit mit der parallel zu ihr durchgeführten Gemeinschaftsanalyse am kleineren Zooplankton der Weddell See (BOYSEN-ENNEN 1986) kann der Einblick in Kom-

position und Funktion des pelagischen Systems deutlich verbessert werden. Eine Analyse des gesamten pelagischen Systems steht jedoch noch aus. Sie sollte das Ziel weiterer ökologischer Studien im Südpolarmeer sein, um die Funktion dieses Lebensraums vollends verstehen zu können.

## 6. Danksagung

Mein erster Dank gilt meinem Doktorvater, Prof. Dr. G. Hempel für die Betreuung und fortwährende Unterstützung meiner Arbeit. Er ermöglichte mir die Teilnahme an mehreren Antarktis-Expeditionen, auf denen ich das Material für meine Arbeit selbst sammeln konnte.

Von Kollegen und Besatzungen auf den Expeditionen mit RRS "John Biscoe" und FS "Polarstern" bekam ich wertvolle Anregungen und Hilfen bei meiner Arbeit auf See. Beim Sortieren des umfangreichen Probenmaterials der "John Biscoe"-Expedition erhielt ich intensive Hilfe von vielen Mitarbeitern des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven, hier besonders von Frau Elke Mizdalski.

Für die knifflige Bestimmungsarbeit an einigen Tieren bedanke ich mich bei Frau Dr. R. Weigmann-Haass, Herrn Dr. H.G. Andres, Herrn Dr. C.F.E. Roper und Herrn Wilhelm Hagen. Herr Dr. G. Hubold und Herr Dr. A. Kellermann gewährten mir freundlicherweise die Einsicht in teilweise noch unveröffentlichte Daten über Fischlarven. Herr Dr. M. Meyer machte mit seinen Rechenprogrammen die umfangreichen Datensätze interpretierfähig und hatte viel Geduld mit mir beim Arbeiten am Computer. Vielen Dank auch meinen lieben Kollegen/-innen aus der Umgebung meines Arbeitsplatzes für die vielseitige Unterstützung, besonders Frau Dr. Elisabeth Boysen-Ennen für den vielfältigen Gedankenaustausch.

Ganz herzlich danke ich meiner Frau Heinke für die wesentliche Hilfe in vielen technischen Dingen, besonders beim Anfertigen der Zeichnungen. Ihre Geduld und gute Laune sowie die fröhlich-unbeschwerte Stimmung meiner Kinder Hendrik und Marten halfen über viele Durststrecken hinweg.

## 7. Literaturverzeichnis

- ALVARINO, A. (1962): Two new Pacific chaetognaths, their distribution and relationship to allied species. - Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 8, 1-50.
- ALVARINO, A. (1969): Los chaetognatos del Atlantico, distribución y notas esenciales de sistemática.- Trab. Inst. esp. oceanogr. 37, 1-290.
- ALVARINO, A. (1981): Siphonophorae. - In: BOLTOVSKOY, D. (Hg.): Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 383-441.
- ALVARINO, A., S.C. HOSMER & R.F. FORD (1983a): Antarctic Chaetognatha: United States Antarctic Research Program "Eltanin" Cruises 8 - 28, Part I. - Antarct. Res. Ser. 34, 129-338.
- ALVARINO, A., D.F. VERFAILLIE & R.F. FORD (1983b): Antarctic Chaetognatha: United States Antarctic Research Program "Eltanin" Cruises 10 - 23, 25, and 27, Part II. - Antarct. Res. Ser. 39, 69-204.
- AMOS, A.F. (1984): Distribution of krill (*Euphausia superba*) and the hydrography of the Southern Ocean: large scale processes. - J. Crust. Biol. 4, 306-329.
- ANDRES, H.G. (1978): Gammaridea (Amphipoda, Crustacea) der Antarktis-Expedition 1975/76. Auswertung der Dauerstation südlich von Elephant Island. - Meeresforsch. 27, 88-102.
- ANDRES, H.G. (1982): Die Gammaridea (Crustacea: Amphipoda) der Deutschen Antarktis-Expeditionen 1975/76 und 1977/78. 2. Eusiridae. - Mitt. hamb. Zool. Mus. Inst. 79, 159-185.
- ANDRES, H.G. (1983): Die Gammaridea (Crustacea: Amphipoda) der Deutschen Antarktis-Expeditionen 1975/76 und 1977/78. 3. Lysianassidae. - Mitt. hamb. Zool. Mus. Inst. 80, 183-220.
- ANONYMUS (1983a): First Post-FIBEX Hydrographic Data Interpretation Workshop, Hamburg, F.R.G., 20-26 September 1982. - Pol. Polar Res. 4, 155-162.
- ANONYMUS (1983b): Second Post-FIBEX Hydrographic Data Interpretation Workshop, Hamburg, F.R.G., 16-20 May, 1983. - BIOMASS Rep. Ser. 31, 1-26.
- ANTEZANA, T., N. AGUIRRE & R. BUSTAMANTE (1976): Clave ilustrada y distribución latitudinal de los euphausiidos del océano Antártico (Crustacea, zooplancton). - INACH Ser. Cient. 4, 53-68.
- AUGENER, H. (1929): Beiträge zur Planktonbevölkerung der Weddellsee nach den Ergebnissen der Deutschen Antarktischen Expeditionen 1911-1912. Beitrag V. Die Polychaeten der Weddellsee. - Intern. Revue Hydrobiol. u. Hydrograph. 22, 273-311.
- BAKER, A. de C. (1954): The circumpolar continuity of Antarctic plankton species. - Discovery Rep. 27, 201-218.
- BAKER, A. de C. (1959): The distribution and life history of *Euphausia triacantha* Holt and Tattersall. - Discovery Rep. 29, 309-340.
- BANSE, K. (1964): On the vertical distribution of zooplankton in the sea. - Prog. Oceanogr. 2, 56-125.
- BARNARD, J.L. (1969): The families and genera of marine gammaridean Amphipoda. - Bull. U. S. Nat. Mus. 271, 1-535.
- BARNARD, K.H. (1930): Crustacea. Part 9. Amphipoda. - Natur. Hist. Rep. British Ant. "Terra Nova" Exped. 8, 307-454.
- BARNARD, K.H. (1932): Amphipoda. - Discovery Rep. 5, 1-326.
- BARY, B.M. (1959): Ecology and distribution of some pelagic Hyperiidea (Crustacea - Amphipoda) from New Zealand Waters. - Pacif. Sci. 13, 317-334.
- BIGGS, D.C. (1982): Zooplankton excretion and  $\text{NH}_4^+$  cycling in near-surface waters of the Southern Ocean. I. Ross Sea, Austral Summer 1977-1978. - Polar Biol. 1, 55-67.

- BIRSTEIN, J.A. & Y.G. CHINDONOVA (1962): Mysidacea collected by the Soviet Antarctic Expedition on the RV "Ob". - In: ANDRIYASHEV, A.P. & P.V. USHAKOV (Hg.): Biological Reports of the Soviet Antarctic Expedition (1955-1958), Studies of Marine Fauna Vol. 1, 58-68.
- BIRSTEIN, J.A. & M.E. VINOGRADOV (1962): Pelagic Gammarids collected by the Soviet Antarctic Expedition with the RV "Ob" southward from the 40°S. - In: ANDRIYASHEV, A.P. & P.V. USHAKOV (Hg.): Biological Reports of the Soviet Antarctic Expedition (1955-1958), Studies of Marine Fauna Vol. 1, 33-56.
- BODEN, B.P. & L.D. PARKER (1986): The plankton of the Prince Edward Islands. - Polar Biol. 5, 81-93.
- BOLTER, M. & M. MEYER (1986): Structuring of ecological data sets by methods of correlation and cluster analysis. - Ecol. Modelling 32, 1-13.
- BOLTOVSKOY, D. (1981): Chaetognatha. - In: BOLTOVSKOY, D. (Hg.): Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 759-791.
- BOWMAN, T.E. (1973): Pelagic Amphipods of the Genus Hyperia and closely related Genera (Hyperiidea: Hyperiidae). - Smithson. Contribut. Zool. 136, 1-76.
- BOWMAN, T.E. (1985): The correct identity of the pelagic amphipod Primno macropa, with a diagnosis of Primno abyssalis (Hyperiidea: Phrosinidae). - Proc. Biol. Soc. Wash. 98, 121-126.
- BOWMAN, T.E. & H.E. GRUNER (1973): The families and genera of Hyperiidea (Crustacea: Amphipoda). - Smithson. Contribut. Zool. 146, 1-64.
- BOYSEN-ENNEEN, E. (1986): Zur Verbreitung von Gemeinschaften des Meso- und Makrozooplanktons im sommerlichen Oberflächenwasser der Weddell See (Antarktis). - Dissertation Univ. Kiel, 172 pp..
- BRANDT, S.B. & V.A. WADLEY (1981): Thermal fronts as ecotones and zoogeographic barriers in marine and freshwater systems. - Proc. Ecol. Soc. Aust. 11, 13-26.
- BRATTSTRØM, H. (1972): On Salpa fusiformis Cuvier (Thaliacea) in Norwegian coastal and offshore waters. - Sarsia 48, 71-90.
- BRAY, J.R. & J.T. CURTIS (1957): An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - Ecol. Monogr. 27, 225-349.
- BRINTON, E. (1967): Vertical migration and avoidance capability of euphausiids in the California Current. - Limnol. Oceanogr. 12, 451-483.
- BRÜCKEL, K. von (1985): Primary production data from the South-Eastern Weddell Sea. - Polar Biol. 4, 75-80.
- BROWNE, E.T. (1908): The Medusae of the Scottish National Antarctic Expedition. - Trans. Roy. Soc. Edinb. 46, 223-251.
- BROWNE, E.T. (1910): Coelenterata, Part 5. Medusae. - Nation. Ant. Exped. (1901-1904), Natur. Hist. 5 (Zoology & Botany), 1-62.
- CARMACK, E.C. (1974): A quantitative characterization of water masses in the Weddell Sea during summer. - Deep-Sea Res. 21, 431-443.
- CARMACK, E.C. & T.D. FOSTER (1975): Circulation and distribution of oceanographic properties near the Filchner Ice Shelf. - Deep-Sea Res. 22, 77-90.
- CARMACK, E.C. & T.D. FOSTER (1977): Water Masses and Circulation in the Weddell Sea. - In: DUNBAR, M.J. (Hg.): Polar Oceans. Arctic Inst. of North America, Canada., pp.151-165.
- CLOWES, A.J. (1934): Hydrology of the Bransfield Strait. - Discovery Rep. 9, 1-64.
- CLUTTER, R.I. & M. ANRAKU (1968): Avoidance of samplers. - In: TRANTER, D.J. & J.H. FRASER (Hg.): Zooplankton Sampling. Monographs on Oceanographic Methodology 2. UNESCO, Paris, pp. 57-76.
- CROXALL, J.P., P.A. PRINCE & C. RICKETTS (1985): Relationships between prey life-cycles and the extent, nature and timing of seal and seabird predation in the Scotia Sea. - In: SIEGFRIED, W.R., P.R. CONDY & R.M. LAWS (Hg.): Antarctic nutrient cycles and food webs. Proc. 4th SCAR Symp. on Antarctic Biology. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 516-533.

- DAVID, P.M. (1956): Sagitta planctonis and related forms. - Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) 4, 435-451.
- DAVID, P.M. (1958): The distribution of the Chaetognatha of the Southern Ocean. - Discovery Rep. 29, 200-229.
- DEACON, G.E.R. (1937): The hydrology of the Southern Ocean. - Discovery Rep. 15, 1-124.
- DINOFRIO, E.O. (1977): Resultados planctológicos de la Campaña "Oceantar I". IV. Anfipodos Hipéridos. - Contr. Inst. Ant. Arg. 214, 1-28.
- DRESCHER, H.E., G. HUBOLD, U. PIATKOWSKI, J. PLOTZ & J. VOSS (1983): Das biologische Programm der Antarktis-I-Expedition mit FS "Polarstern". Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundschleppnetzfüge und Liste der Probennahme an Robben und Vögeln. - Ber. Polarforsch. 12, 1-34.
- DUNBAR, M.J. (1979): The relation between oceans. - In: SPOEL, S. van der & A.C. PIERROT-BULTS (Hg.): Zoogeography and Diversity of Plankton. Edward Arnold, London, pp. 112-125.
- EASTMAN, J.T. (1985): Pleuragramma antarcticum as food for other fishes in McMurdo Sound, Antarctica. - Polar Biol. 4, 155-160.
- EFREMENKO, V.N. (1983): Atlas of Fish Larvae of the Southern Ocean. - Cybium 7(2), 1-74.
- EHLERS, E. (1913): Die Polychaeten-Sammlungen der deutschen Südpolar-Expedition 1901-1903. - Deutsch. Südpol. Exped. 13 (Zool. 4), 397-598.
- ELIOT, C. (1907): Mollusca. Part 6. Pteropoda. - Nation. Ant. Exped. (1901-1904), Natur. Hist. 3 (Zoology & Botany), 1-15.
- EL-SAYED, S.Z. (1970): On the productivity of the Southern Ocean. - In: HOLDGATE, M.W. (Hg.): Antarctic Ecology Vol. 1. Academic Press, London, New York, pp. 119-135.
- EL-SAYED, S.Z. (1971): Observations on phytoplankton bloom in the Weddell Sea. - Antarct. Res. Ser. 17, 301-312.
- EL-SAYED, S.Z. & S. TAGUCHI (1981): Primary production and standing crop of phytoplankton along the ice-edge in the Weddell Sea. - Deep-Sea Res. 28, 1017-1032.
- EMISON, W.B. (1968): Feeding preferences of the Adélie Penguin at Cape Crozier, Ross Island. - Antart. Res. Ser. 12, 191-212.
- ESNAL, G.B. (1981): Thaliacea: Salpidae. - In: BOLTOVSKOY, D. (Hg.): Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 793-808.
- EVERSON, I. (1977): The Living Resources of the Southern Ocean. - Southern Ocean Fisheries Survey Programme GL0/S0/77/1, FAO, Rome, 156 pp.
- EVERSON, I. (1982): Diurnal variations in mean volume backscattering strength of an Antarctic krill (Euphausia superba) patch. - J. Plankton Res. 4, 155-162.
- EVERSON, I. (1983): Variations in vertical distribution and density of krill swarms in the vicinity of South Georgia. - In: NEMOTO, T. & T. MATSUDA (Hg.): Proc. BIOMASS Colloquium 1982. Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue 27, 84-92.
- EVERSON, I. (1984): Zooplankton. - In: LAWS, R.M. (Hg.): Antarctic Ecology Vol. 2. Academic Press, London, New York, pp. 463-490.
- EVERSON, I. & P. WARD (1980): Aspects of Scotia Sea zooplankton. - Biol. J. Linnean Soc. 14, 93-101.
- EVERSON, I. & D.G. BONE (1986): Effectiveness of the RMT8 system for sampling krill (Euphausia superba) swarms. - Polar Biol. 6, 83-90.
- FAGER, E.W. & J.A. MCGOWAN (1963): Zooplankton species groups in the North Pacific. - Science 140, 453-460.
- FEVOLDEN, S.E. (1979): Investigations on krill (Euphausiacea) sampled during the Norwegian Antarctic Research Expedition 1976/77. - Sarsia 64, 189-198.

- FEVOLDEN, S.E. (1980): Krill off Bouvetöya and in the southern Weddell Sea with a description of larval stages of Euphausia crystallorophias. - Sarsia 65, 149-162.
- FIELD, J.G., K.R. CLARKE & R.M. WARWICK (1982): A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 8, 37-52.
- FILIPPOVA, J.A. (1972): New data on the squids (Cephalopoda: Oegopsida) from the Scotia Sea (Antarctic). - Malacologia 11, 391-406.
- FOXTON, P. (1956): The distribution of the standing crop of zooplankton in the Southern Ocean. - Discovery Rep. 28, 191-236.
- FOXTON, P. (1966): The distribution and life history of Salpa thompsoni Foxton with observations on a related species Salpa gerlachei Foxton. - Discovery Rep. 34, 1-116.
- FRASER, J.H. (1962): The role of ctenophores and salps in zooplankton production and standing crop. - Rapp. P.-V. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer 153, 121-123.
- GAMMELSRØD, T. & N. SLOTSVIK (1981): Hydrography and current measurements in the southern Weddell Sea 1979/80. - Polarforsch. 51, 101-111.
- GILL, A.E. (1973): Circulation and bottom water production in the Weddell Sea. - Deep-Sea Res. 20, 111-140.
- GILMER, R.W. (1974): Some aspects of feeding in thecosomatus pteropod molluscs. - J. exp. mar. Biol. Ecol. 15, 127-144.
- GULLAND, J.A. (1970): The development of the resources of the Antarctic seas. - In: HOLDGATE, M.W. (Hg.): Antarctic Ecology Vol. 1. Academic Press, London, New York, pp. 217-223.
- GURNEY, R. (1924): Crustacea. Part 9. Decapod larvae. - Natur. Hist. Rep. British Ant. "Terra Nova" Exped. 8, 37-202.
- GURNEY, R. (1937): Larvae of decapod crustacea. Part 4, Hippolytidae. - Discovery Rep. 14, 351-404.
- HAECKEL, E. (1891): Plankton-Studien. - Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft 25, 232-336.
- HAGEN, W. (1983): Untersuchungen zur Verbreitung und Ökologie antarktischer Chaetognathen. - Dipl.-Arb. Univ. Kiel, 107 pp..
- HAGEN, W. (1985): On distribution and population structure of Antarctic Chaetognatha. - Meeresforsch. 30, 280-291.
- HAMNER, W.M., P.P. HAMNER, S.W. STRAND & R.W. GILMER (1983): Behavior of Antarctic krill, Euphausia superba: chemoreception, feeding, schooling, and molting. - Science 220, 433-435.
- HARBISON, G.R. & V.L. McALISTER (1979): The filter-feeding rates and particle retention efficiencies of three species of Cyclosalpa (Tunicata, Thaliacea). - Limnol. Oceanogr. 24, 875-892.
- HARDY, A.C. & E.R. GUNTHER (1936): The plankton of the South Georgia whaling grounds and adjacent waters 1926 - 1927. - Discovery Rep. 11, 1-456.
- HARTMAN, O. (1964): Polychaeta Errantia of Antarctica. - Antarct. Res. Ser. 3, 1-131.
- HAURY, L.R. (1976): A comparison of zooplankton patterns in the California Current and North Pacific central gyre. - Mar. Biol. 37, 159-167.
- HAURY, L.R., J.A. MCGOWAN & P.H. WIEBE (1978): Patterns and processes in the time-space scales of plankton distributions. - In: STEELE, J.H. (Hg.): Spatial pattern in plankton communities. Plenum Press, New York, pp. 277-327.
- HELLMER, H.H., M. BERSCH, E. AUGSTEIN & I. GRABEMANN (1985): The Southern Ocean. A survey of oceanographic and marine meteorological research work. - Ber. Polarforsch. 26, 1-115.
- HEMPEL, G. (1983): Die Expedition ANTARKTIS-I mit FS "POLARSTERN" 1982/83. - Ber. Polarforsch. 14, 1-141.

- HEMPEL, G. (1985): On the biology of polar seas, particularly the Southern Ocean. - In: GRAY, J.S. & M.E. CHRISTIANSEN (Hg.): Marine Biology of Polar Regions and Effects of Stress on Marine Organisms. John Wiley & Sons Ltd., New York, pp. 3-34.
- HEMPEL, G. & R.B. HEYWOOD (1982): Joint Biological Expedition on RRS "John Biscoe", February 1982. - Ber. Polarforsch. 5, 1-39.
- HEMPEL, I., G. HUBOLD, B. KACZMARUK, R. KELLER & R. WEIGMANN-HAASS (1983): Distribution of some groups of zooplankton in the inner Weddell Sea in summer 1979/80. - Ber. Polarforsch. 9, 1-36.
- HENSEN, V. (1890): Einige Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. - Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften vom 13. März 1890, pp. 243-253.
- HEYWOOD, R.B. (1985): Environmental conditions in the Antarctic Peninsula area of the Southern Ocean during the Anglo-German Joint Biological Expedition, February 1982. - Meeresforsch. 30, 220-239.
- HOPKINS, T.L. (1985): The zooplankton community of Croker Passage, Antarctic Peninsula. - Polar Biol. 4, 161-170.
- HORRIDGE, G.A. (1966): Some recently discovered underwater vibration receptors in invertebrates. - In: BARNES, H. (Hg.): Some Contemporary Studies in Marine Science. Allen & Unwin, London, pp. 395-405.
- HUBOLD, G. (1984): Spatial distribution of Pleuragramma antarcticum (Pisces: Nototheniidae) near the Filchner- and Larsen Ice Shelves (Weddell Sea/Antarctica). - Polar Biol. 3, 231-236.
- HUBOLD, G. (1985): On the early life history of the high Antarctic silverfish, Pleuragramma antarcticum. - In: SIEGFRIED, W.R., P.R. CONDY & R.M. LAWS (Hg.): Antarctic nutrient cycles and food webs. Proc. 4th SCAR Symp. on Antarctic Biology. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 445-451.
- HUBOLD, G. & W. EKAU (in Druck): On the midwater fish fauna of the Weddell Sea, Antarctica. - In: Proc. Fifth Congr. Europ. Ichthyologists. Stockholm, 1985.
- HURLEY, D.E. (1965): A common but hitherto undescribed species of Orchomenella (Crustacea Amphipoda: Family Lysianassidae) from the Ross Sea. - Trans. Royal Soc. New Zealand 6, 108-113.
- HURLEY, D.E. (1969): Amphipoda. Hyperiidea. - Antarct. Map Folio Ser. 11, 32-34, sheets 1-2.
- JACCARD, P. (1902): Lois de distribution florale dans la zone alpine. - Bull. Soc. Vaudoise des sciences naturelles 38, 69-130.
- JAZDZEWSKI, K., W. KITTEL & K. LOTOCKI (1982): Zooplankton studies in the southern Drake Passage and in the Bransfield Strait during the austral summer (BIOMASS - FIBEX, February - March 1981). - Pol. Polar Res. 3, 203-242.
- JOHN, D.D. (1936): The southern species of the genus Euphausia. - Discovery Rep. 14, 195-323.
- KALINOWSKI, J. & Z. WITEK (1980): Diurnal vertical distribution of krill aggregations in the western Antarctic. - Pol. Polar Res. 1, 127-146.
- KANE, J.E. (1962): Amphipoda from waters south of New Zealand. - New Zealand J. Sci. 5, 295-315.
- KANE, J.E. (1966): The distribution of Parathemisto gaudichaudii (Guer.), with observations on its life history in the 0° to 20°E sector of the Southern Ocean. - Discovery Rep. 34, 163-198.
- KELLER, R. (1983): Contributions to the early life history of Pleuragramma antarcticum Boul. 1902 (Pisces, Nototheniidae) in the Weddell Sea. - Meeresforsch. 30, 10-24.
- KELLERMANN, A. (1985): Zur Biologie der Jugendstadien der Notothenioidei (Pisces) an der Antarktischen Halbinsel. - Dissertation Univ. Kiel, 227 pp.
- KELLERMANN, A. (1986): Geographical distribution and abundance of postlarval and juvenile Pleuragramma antarcticum (Pisces, Notothenioidei) off the Antarctic Peninsula. - Polar Biol. 6, 111-119.
- KIRKWOOD, J.M. (1982): A guide to the Euphausiacea of the Southern Ocean. - ANARE Res. Notes 1, 1-45.



- KIRKWOOD, J.M. (1983): A guide to the Decapoda of the Southern Ocean. - ANARE Res. Notes 11, 1-47.
- KITTEL, W. (1980): Populational studies on Euphausia superba Dana 1852 (Euphausiacea, Crustacea) in waters of the Admiralty Bay during Antarctic summer of 1978. - Pol. Arch. Hydrobiol. 27, 267-272.
- KITTEL, W. & R. LIGOWSKI (1980): Algae found in the food of Euphausia crystallorophias (Crustacea). - Pol. Polar Res. 1(2-3), 129-137.
- KITTEL, W. & R. STEPNIK (1983): Distribution of Euphausia crystallorophias, E. frigida, E. triacantha and Thysanoessa macrura (Crustacea, Euphausiacea) in the southern Drake Passage and Bransfield Strait in February and March 1981. - Pol. Polar Res. 4, 7-19.
- KITTEL, W., Z. WITEK & H. CZYKIETA (1985): Distribution of Euphausia frigida, Euphausia crystallorophias, Euphausia triacantha and Thysanoessa macrura in the southern part of the Drake Passage and in the Bransfield Strait during the 1983-1984 austral summer (BIOMASS - SIBEX). - Pol. Polar Res. 6, 133-149.
- KNOX, G.A. (1970): Antarctic marine ecosystems. - In: HOLOGATE, M.W. (Hg.): Antarctic Ecology Vol. 1. Academic Press, London, New York, pp. 69-96.
- KRAMP, P.L. (1957): Hydromedusae of the Discovery Collections. - Discovery Rep. 29, 1-128.
- KRAMP, P.L. (1959): The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. - Dana Rep. 46, 1-283.
- KRAMP, P.L. (1968): The Hydromedusae of the Pacific and Indian Oceans. Sections II and III. - Dana Rep. 72, 1-200.
- LANA, P. da C. & A. BLANKENSTEYN (in Druck a): Distribution patterns of pelagic polychaetes in the Bransfield Strait (January - February 1983). - J. Braz. Acad. Sci. (Spec. Issue).
- LANA, P. da C. & A. BLANKENSTEYN (in Druck b): Distribution patterns of pelagic polychaetes in the southern Drake Passage and Bransfield Strait (January - February 1984). - J. Braz. Acad. Sci. (Spec. Issue).
- LANCE, G.N. & W.T. WILLIAMS (1967): A general theory of classificatory sorting strategies. 1. Hierarchical systems. - Comput. J. 9, 373-379.
- LEBOUR, M.V. (1935): The Echinospira larvae (Mollusca) of Plymouth. - Proc. Zool. Soc. London 35, 163-174.
- LOMAKINA, N.B. (1978): Euphausiids of the world oceans (Euphausiacea). - Determinations of the Fauna of the USSR Vol. 118, Academy Nauk, SSSR, pp. 1-222.
- LONGHURST, A.R. (1976): Vertical migration. - In: CUSHING, D.H. & J.J. WALSH (Hg.): The Ecology of the Seas. Blackwell, Oxford, pp. 116-137.
- LOWRY, J.K. & S. BULLOCK (1976): Catalogue of the marine gammaridean Amphipoda of the Southern Ocean. - Royal Soc. New Zealand Bull. 16, 1-187.
- MACKINTOSH, N.A. (1934): Distribution of the macroplankton in the Atlantic sector of the Antarctic. - Discovery Rep. 9, 67-160.
- MARR, J.W.S. (1962): The natural history and geography of the Antarctic krill (Euphausia superba Dana). - Discovery Rep. 32, 33-464.
- MASSY, A.L. (1920): Mollusca, Part 3. Eupteropoda (Pteropoda, Thecosomata) and Pterota (Pteropoda, Gymnosomata). - Natur. Hist. Rep. British Ant. "Terra Nova" Exped. 2, 203-232.
- MASSY, A.L. (1932): Mollusca: Gastropoda, Thecosomata and Gymnosomata. - Discovery Rep. 3, 267-296.
- MAUCHLINE, J. (1980): Key for the identification of Antarctic euphausiids. - BIOMASS Handbook 5, 1-4.
- MAXWELL, J.G.H. (1977): The breeding biology of Chorismus antarcticus (Pfeffer) and Notocrangon antarcticus (Pfeffer) (Crustacea, Decapoda) and its bearing on the problems of the impoverished Antarctic decapod fauna. - In: LLANO, G.A. (Hg.): Adaptations within Antarctic ecosystems. Proc. 3rd SCAR Symp. on Antarctic Biology. Gulf Publ. Co., Houston, Texas, pp. 335-342.

- McCLOSKEY, L.R. (1970): The dynamics of the community associated with a marine scleratinian coral. - Int. Revue ges. Hydrobiol. 55, 13-81.
- McGOWAN, J.A. (1974): The nature of oceanic ecosystems. - In: MILLER, C. (Hg.): The biology of the oceanic Pacific. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, pp. 9-22.
- McGOWAN, J.A. (1977): What regulates the pelagic community structure in the Pacific? - In: ANDERSON, N.R. & B.J. ZAHURANEK (Hg.): Ocean sound scattering prediction. Plenum Publishing Corp., New York, pp. 423-444.
- McGOWAN, J.A. & V.J. FRAUNDORF (1966): The relationship between size of net used and estimates of zooplankton diversity. - Limnol. Oceanogr. 11, 456-459.
- McGOWAN, J.A. & P.W. WALKER (1979): Structure in the copepod community of the North Pacific central gyre. - Ecol. Monogr. 49, 195-226.
- McLAREN, I.A. (1963): Effects of temperature on growth of zooplankton, and the adaptive value of vertical migration. - J. Fish. Res. Bd. Canada 20, 685-727.
- McSWEENEY, E.S. (1978): Systematics and morphology of the Antarctic cranchiid squid Galiteuthis glacialis (Chun). - Antarct. Res. Ser. 27, 1-39.
- MEYER, M. (1984): Ökologische Datensätze - Programme für AOS-Rechner und BASIC-Taschencomputer (TI-58/59, PC-1211/1212). Anwendung programmierbarer Taschenrechner 24. - Vieweg & Sohn, Braunschweig, Wiesbaden, 124 pp..
- MEYER, M. & BÜLTER, M. (1981): Programmblock zur Strukturanalyse von Ökosystemen. - Rep. Sonderforschungsbereich 95 Univ. Kiel 58, 1-47.
- MIDDLETON, J.H., T.D. FOSTER & A. FOLDVIK (1982): Low-frequency currents and continental shelf waves in the southern Weddell Sea. - J. Phys. Oceanogr. 12, 618-634.
- MILLER, D.G.M. (1985): Marine Macro-Plankton of two sub-Antarctic islands. - In: SIEGFRIED, W.R., P.R. CONDY & R.M. LAWS (Hg.): Antarctic nutrient cycles and food webs. Proc. 4th SCAR Symp. on Antarctic Biology. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 355-361.
- MILLS, E.L. (1969): The community concept in marine zoology, with comments on continua and instability in some marine communities, a review. - J. Fish. Res. Bd. Canada 26, 1415-1428.
- MOSER, F. (1925): Die Siphonophoren der Deutschen Südpolar-Expeditionen. - In: DRYGALSKI, E. von (Hg.): Deutsche Südpolar-Expedition 1901-1903. Band 17 (Zool. 9), pp. 1-541.
- MUJICA, A.R. & A.G. TORRES (1983): Qualitative and quantitative analysis of the Antarctic zooplankton. - INACH Ser. Cient. 28, 165-174.
- MUJICA, A.R. & V.V. ASENCIO (1985): Fish larvae, euphausiids and community structure of zooplankton in the Bransfield Strait (SIBEX-Phase 1) 1984. - INACH Ser. Cient. 33, 131-154.
- MULLIN, M.M. (1983): In situ measurement of filtering rates of the salp Thalia democratica on phytoplankton and bacteria. - J. Plankt. Res. 5, 279-288.
- NAGASAWA, S. & R. MARUMO (1976): Further studies on the feeding habits of Sagitta nagae Alvarinho in Suruga Bay, central Japan. - J. Oceanogr. Soc. Japan 32, 209-218.
- NAST, F. (1986): Changes in krill abundance and in other zooplankton relative to the Weddell-Scotia Confluence around Elephant Island in November 1983, November 1984 and March 1985. - Arch. Fischwiss. 37 (Beih. 1), 73-94.
- NORTH, A.W. & M.G. WHITE (1982): Key to fish postlarvae from the Scotia Sea, Antarctica. - Cybium 6, 13-32.
- ODHNER, N.H. (1923): Die Cephalopoden. - Further Zool. Res. Swedish Ant. Exped. (1901-03) 1 (4), 1-7.
- ODUM, E.P. (1980): Grundlagen der Ökologie. - Thieme, Stuttgart, New York, 836 pp..
- OLSON, D. & R. BACKUS (1985): The concentrating of organisms at fronts: a cold-water fish and a warm-core Gulf Stream ring. - J. Mar. Res. 43, 113-137.
- OMORI, M. & W.M. HAMNER (1982): Patchy distribution of zooplankton: behavior, population assessment and sampling problems. - Mar. Biol. 72, 193-200.

- ORENSANZ, J.M., F.C. RAMIREZ & E.O. DINOFRIO (1974): Resultados planctológicos de la Campaña "Oceantar I". II. Poliquetos. - Contr. Inst. Ant. Arg. 184, 1-41.
- O'SULLIVAN, D. (1982a): A guide to the chaetognaths of the Southern Ocean and adjacent waters. - ANARE Res. Notes 2, 1-57.
- O'SULLIVAN, D. (1982b): A guide to the pelagic polychaetes of the Southern Ocean and adjacent waters. ANARE Res. Notes 3, 1-62.
- O'SULLIVAN, D. (1982c): A guide to the Scyphomedusae of the Southern Ocean and adjacent waters. - ANARE Res. Notes 4, 1-43.
- O'SULLIVAN, D. (1982d): A guide to the Hydromedusae of the Southern Ocean and adjacent waters. - ANARE Res. Notes 5, 1-136.
- PEARCY, W.G., E.E. KRYGIER, R. MESECAR & F. RAMSEY (1977): Vertical distribution and migration of oceanic micronekton off Oregon. - Deep-Sea Res. 24, 223-245.
- PIATKOWSKI, U. (1982): Beiträge zur Verbreitung des Makrozooplanktons in der Scotia Sea und ihrer angrenzenden Gebiete. - Dipl.-Arb. Univ. Kiel, 149 pp..
- PIATKOWSKI, U. (1983): Joint Biological Expedition on RRS "John Biscoe", February 1982 (II). Data of micronekton and zooplankton hauls. - Ber. Polarforsch. 11, 1-40.
- PIATKOWSKI, U. (1985a): Distribution, abundance and diurnal migration of macrozooplankton in Antarctic surface waters. - Meeresforsch. 30, 264-279.
- PIATKOWSKI, U. (1985b): Maps of the geographical distribution of macrozooplankton in the Atlantic sector of the Southern Ocean. - Ber. Polarforsch. 22, 1-55.
- PICKEN, G.B. (1979): Non-pelagic reproduction of some Antarctic prosobranch gastropods from Signy Island. - Malacologia 19, 109-128.
- POMMERANZ, T., C. HERRMANN & A. KOHN (1983): Mouth angles of the Rectangular Midwater Trawl (RMT 1+8) during paying out and hauling. - Meeresforsch. 29, 267-274.
- PUGH, P.R. (1984): The diel migrations and distributions within a mesopelagic community in the North East Atlantic. 7. Siphonophores. - Prog. Oceanog. 13, 461-489.
- RAGULIN, A.G. (1969): Underwater observations on krill [In Russisch]. - Trudy VNIRO 66, 231-234.
- RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. (1983): The relationship between the distribution of plankton biomass and plankton communities in the Drake Passage and the Bransfield Strait (BIOMASS-FIBEX, February - March 1981). - In: NEMOTO, T. & T. MATSUDA (Hg.): Proc. BIOMASS Colloquium 1982. Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue 27, 77-83.
- RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. & R. STEPNIK (1980): Three species of krill from Admiralty Bay (King George, South Shetlands) in summer 1978/79. - Pol. Arch. Hydrobiol. 27, 273-284.
- RAMIREZ, F.C. & M.O. ZAMPONI (1981): Hydromedusae. - In: BOLTOVSKOY, D. (Hg.): Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 443-469.
- REINKE, M. (1986): Zur Bewegungs- und Nahrungsphysiologie von Salpa thompsoni (Antarktis) und Salpa fusiformis (Mittelmeer). - Dissertation Univ. Kiel, 152 pp..
- REMANE, A., V. STORCH & U. WELSCH (1976): Systematische Zoologie. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 678 pp..
- ROE, H.S.J. (1974): Observations on the diurnal migrations of an oceanic animal community. - Mar. Biol. 28, 99-113.
- ROE, H.S.J. & D.M. SHALE (1979): A new Multiple Rectangular Midwater Trawl (RMT 1+8M) and some Modifications to the Institute of Oceanographic Sciences' RMT 1+8. - Mar. Biol. 50, 283-288.
- ROE, H.S.J., A. de C. BAKER, R.M. CARSON, R. WILD & D.M. SHALE (1980): Behaviour of the Institute of Oceanographic Science's Rectangular Midwater Trawls: Theoretical Aspects and Experimental Observations. - Mar. Biol. 56, 247-259.

- ROE, H.S.J., P.T. JAMES & M.H. THURSTON (1984): The diel migrations and distributions within a mesopelagic community in the North East Atlantic. 6. Medusae, Ctenophores, Amphipods and Euphausiids. - *Prog. Oceanog.* 13, 425-460.
- ROPER, C.F.E., R.E. YOUNG & G.L. VOSS (1969): An illustrated key to the families of the order Teuthoidea (Cephalopoda). - *Smithson. Contribut. Zool.* 13, 1-32.
- ROWEDDER, U. (1979a): Some aspects of the biology of *Electrona antarctica* (Günther, 1878), (Family Myctophidae). - *Meeresforsch.* 27, 244-251.
- ROWEDDER, U. (1979b): Feeding ecology of the myctophid *Electrona antarctica* (Günther, 1878) (Teleostei). - *Meeresforsch.* 27, 252-263.
- RUSTAD, D. (1930): Mysidacea. Scientific Results of the Norwegian Antarctic Expeditions, 1927-8 and 1928-9. - *Skr. Norske Vidensk. Akad. Oslo No.* 6, 1-28.
- RUUD, J.T. (1932): On the biology of the southern Euphausiidae. - *Hvalrad Skr.* 2, 1-105.
- SACHS, L. (1984): *Angewandte Statistik*. 6. Auflage. - Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 552 pp.
- SCHNEPPENHEIM, R. & R. WEIGMANN-HAASS (1986): Morphological and electrophoretic studies of the genus *Themisto* (Amphipoda: Hyperiidea) from the South and North Atlantic. - *Polar Biol.* 6, 215-225.
- SCHRÖDER, M. (1983): Beschreibung einer Salzgehaltsfront in der östlichen Bransfield Straße, dem Ursprungsgebiet der Weddell-Scotia-Konfluenz. - *Dt. hydrogr. Z.* 36, 217-235.
- SCHUCHARD-FICHER, C., K. BACKHAUS, U. HUMME, W. LOHRBERG, W. PLINKE & W. SCHREINER (1985): *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. - Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 346 pp..
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER (1949): *The Mathematical Theory of Communication*. - University of Illinois Press, Champaign, 111 pp..
- SHEADER, M. & F. EVANS (1974): The taxonomic relationship of *Parathemisto gaudichaudii* (Guerin) and *Parathemisto gracilipes* (Norman) with a key to the genus *Parathemisto*. - *J. mar. biol. Ass. U.K.* 54, 915-925.
- SIEGEL, V. (1982): Investigations on krill (*Euphausia superba*) in the southern Weddell Sea. - *Meeresforsch.* 29, 244-252.
- SIEGEL, V. (1985): The distribution pattern of krill, *Euphausia superba*, west of the Antarctic Peninsula in February 1982. - *Meeresforsch.* 30, 292-305.
- SIEGEL, V. (1986): Untersuchungen zur Biologie des antarktischen Krill, *Euphausia superba*, im Bereich der Bransfield Straße und angrenzender Gebiete. - *Mitt. Inst. Seefisch. Hamb.* 38, 1-244.
- SMITH, W.O. & D.M. NELSON (1986): Importance of ice edge phytoplankton production in the Southern Ocean. - *BioScience* 36(4), 251-257.
- SNEATH, P.H. & R.R. SOKAL (1973): *Numerical Taxonomy*. - Freeman & Company, San Francisco, 573 pp..
- SOKAL, R.R. (1961): Distance as a measure of taxonomic similarity. - *Syst. Zool.* 10, 70-79.
- SOKAL, R.R. & C.D. MICHENER (1958): A statistical method for evaluating systematic relationships. - *Univ. Kansas Sci. Bull.* 38, 1409-1438.
- SPOEL, S. van der (1963): A new forma of the species *Clio pyramidata* (Linnaeus 1767) and a new resting stage of *Clio pyramidata forma sulcata* (Pfeffer 1879) (Gastropoda, Pteropoda). - *Beaufortia* 10, 19-28.
- SPOEL, S. van der (1967): Euthecosomata, a group with remarkable developmental stages (Gastropoda, Pteropoda). - *J. Noorduijn en Zoon, Gorinchem*, 1-375.
- SPOEL, S. van der (1976): Pseudotheosomata, Gymnosomata und Heteropoda (Gastropoda). - Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 484 pp..

- SPOEL, S. van der & D. BOLTOVSKOY (1981): Pteropoda. - In: BOLTOVSKOY, D. (Hg.): Atlas del Zooplankton del Atlantico Sudoccidental. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 493-531.
- STAR, J.L. & M.M. MULLIN (1981): Zooplankton assemblages in three areas of the North Pacific as revealed by continuous horizontal transects. - Deep-Sea Res. 28, 1303-1322.
- STEINHAUSEN, D. & K. LANGER (1977): Clusteranalyse. Einführung in Methoden und Verfahren der automatischen Klassifikation. - Walter de Gruyter, Berlin, 206 pp..
- STEPHEN, J.C. (1982): Zooplankton in the Weddell Sea, October-November 1981. - Antarctic J. U.S. 17, 109-111.
- STØP-BOWITZ, C. (1949): Polychètes Pélagiques. - Sci. Res. Norwegian Antarct. Exped. 1927-1928 et sqq. 31, 1-25.
- TATTERSALL, O.S. (1955): Mysidacea. - Discovery Rep. 28, 1-190.
- TATTERSALL, W.M. (1908): Crustacea. 7. Schizopoda. - Nation. Ant. Exped. 1901-1904, Natur. Hist. 4, (Zool. Bot.), 1-42.
- THURSTON, M.H. (1974): Crustacea Amphipoda from Graham Land and the Scotia Arc, Collected by Operation Tabarin and the Falkland Islands Dependencies Survey, 1944-59. - Sci. Rep. Br. Antarct. Surv. 85, 1-89.
- TISCHLER, W. (1975): Wörterbücher der Biologie: Ökologie mit besonderer Berücksichtigung der Parasitologie. - Fischer, Stuttgart (UTB 430), 125 pp..
- TOTTON, A.K. (1954): Siphonophora of the Indian Ocean, together with systematic and biological notes on related species from other oceans. - Discovery Rep. 27, 1-161.
- TOTTON, A.K. & H.E. BARGMANN (1965): A synopsis of the Siphonophora. - British Mus. Natur. Hist. London, 230 pp.
- TRANTER, D.J. (1982): Interlinking of physical and biological processes in the Antarctic Ocean. - Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 20, 11-36.
- VANHOEFFEN, E. (1912): Die Craspedoten Medusen der Deutschen Südpolar Expedition 1901-1903. - In: DRYGALSKI, E. von (Hg.): Deutsche Südpolar-Expedition 1901 - 1903. Band 13, 351-395.
- VOSS, N.A. (1980): A generic revision of the Cranchiidae (Cephalopoda; Oegopsida). - Bull. Mar. Science 30, 365-412.
- WALKER, A.O. (1907): Crustacea. 3. Amphipoda. - Nation. Ant. Exped. 1901-1904, Natur. Hist. 3 (Zool. Bot.), 1-39.
- WATKINS, J.L. (1986): Variations in the size of Antarctic krill, Euphausia superba Dana in small swarms. - Mar. Ecol. Prog. Ser. 31, 67-73.
- WATKINS, J.L., D.J. MORRIS, C. RICKETTS & J. PRIDDLE (1986): Differences between swarms of Antarctic krill and some implications for sampling krill populations. - Mar. Biol. 93, 137-146.
- WEIGMANN-HAASS, R. (1983): Zur Taxonomie und Verbreitung der Gattung Cyllopus Dana 1853 (Amphipoda: Hyperiidea) im antarktischen Teil des Atlantik. - Meteor Forsch.-Ergebnisse 36, 1-11.
- WEIGMANN-HAASS, R. & G. HAASS (1980): Geographische Verbreitung und vertikale Verteilung der Euphausiacea (Crustacea) während der Antarktis-Expedition 1975/76. - Meeresforsch. 28, 19-31.
- WHITE, M.G. (1984): Marine benthos. In: LAWS, R.M. (Hg.): Antarctic Ecology Vol. 2. Academic Press, London, New York, pp. 421-461.
- WHITE, M.G. & D.G. BONE (1972): The interrelationship of Hyperia galba (Crustacea, Amphipoda) and Nesmonema gaudichaudi (Scyphomedusae, Semaestomae) from the Antarctic. - Br. Antarct. Surv. Bull. 27, 39-49.
- WHITTAKER, R.H. & C.W. FAIRBANKS (1958): A study of plankton copepod communities in the Columbia Basin, southeast Washington. - Ecology 39, 46-65.

- WIEBE, P.H., L.P. MADIN, L.R. HAURY, G.R. HARBISON & L.M. PHILBIN (1979): Diel vertical migration by Salpa aspera and its potential for large scale particulate organic matter transport to the deep-sea. - Mar. Biol. 53, 249-255.
- WIEBE, P.H., S.H. BOYD, B.M. DAVIS & J.L. COX (1982): Avoidance of towed nets by euphausiid Nematoscelis megalops. - Fish. Bull. U.S. 80, 75-91.
- WILLIAMS, R. (1985): Trophic relationships between pelagic fish and euphausiids in Antarctic waters. - In: SIEGFRIED, W.R., P.R. CONDY & R.M. LAWS (Hg.): Antarctic nutrient cycles and food webs. Proc. 4th SCAR Symp. on Antarctic Biology. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp. 452-459.
- WITEK, Z., W. KITTEL, H. CZYKIETA, M.I. ZMIJEWSKA & E. PRESLER (1985): Macrozooplankton in the southern Drake Passage and in the Bransfield Strait during BIOMASS-SIBEX (December 1983 - January 1984). - Pol. Polar Res. 6, 95-115.
- YALOWYN, J.C. (1965): Antarctic and subantarctic decapod Crustacea. - In: MIEGHEM, J. van; P. van OYE & J. SCHELL (Hg.): Biogeography and Ecology in Antarctica. - Dr. W. Junk Publishers, The Hague, pp. 324-332.
- YOUNGBLUTH, M.J. (1976): Vertical distribution and diel migration of euphausiids in the central region of the California Current. - Fish. Bull. 74, 925-936.